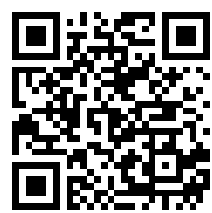
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

L'OPERA
DI
ALESSANDRO VOLTA

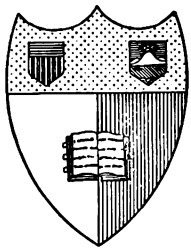
OMAGGIO DELLA
ASSOCIAZIONE
ELETTROTECNICA
ITALIANA
AI MEMBRI DELLA
COMMISSIONE
ELETTROTECNICA
INTERNAZIONALE

RIUNIONE 1927
COMO-BELLAGIO-ROMA

CISARI

Digitized by Google

TK7
V93



Cornell University Library
Ithaca, New York

THE
ALEXANDER GRAY MEMORIAL
LIBRARY
ELECTRICAL ENGINEERING

THE GIFT OF

Professor Lincoln

Digitized by Google

The date shows when this volume was taken.

To renew this book copy the call No. and give to the librarian.

HOME USE RULES

All books subject to recall

All borrowers must register in the library to borrow books for home use.

All books must be returned at end of college year for inspection and repairs.

Limited books must be returned within the four week limit and not renewed.

Students must return all books before leaving town. Officers should arrange for the return of books wanted during their absence from town.

Volumes of periodicals and of pamphlets are held in the library as much as possible. For special purposes they are given out for a limited time.

Borrowers should not use their library privileges for the benefit of other persons.

Books of special value and gift books, when the giver wishes it, are not allowed to circulate.

Readers are asked to report all cases of books marked or mutilated.

Do not deface books by marks and writing.

TK 7.V93 Cornell University Library

L'opera di Alessandro Volta :scelta di s

3 1924 003 990 136 engr

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ALEXANDER . VOLTA .
IN . RE . ELECTRICA . PRINCEPS .
VIM . RAIAE . TORPEDINIS . MEDITATVS .
NATVRAE . INTERPRES . ET . AEMVLVS

Digitized by Google

L'OPERA

DI

ALESSANDRO VOLTA

SCELTA DI SCRITTI ORIGINALI

RACCOLTI ED ILLUSTRATI DAL

PROF. FRANCESCO MASSARDI

PUBBLICATI A CURA DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

NEL Iº CENTENARIO DELLA MORTE

CON N. 26 TAVOLE FUORI TESTO

E SEI MONOGRAFIE RIASSUNTIVE DEL CONTENUTO DEI VOLUMI

DELL' EDIZIONE NAZIONALE

MILANO

PRESSO LA SEDE CENTRALE DELL'A. E. I. - VIA S. PAOLO, 10

E PRESSO L'EDITORE ULRICO HOEPLI - GALLERIA DE CRISTOFORIS

— 1927 —

Digitized by Google

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA DELL'A.E.I.
RIPRODUZIONE VIETATA

Il Volume è stampato dalla Tipografia Stucchi, Ceretti (Soc. An.) - Milano.
Le Tavole fuori testo sono state riprodotte dallo Stab. Graf. A. Rizzoli e C. - Milano.

Digitized by Google

PREFAZIONE

L'**Associazione Elettrotecnica Italiana,** che già nel 1899 ebbe tanta parte nella Celebrazione in Como del Centenario della invenzione della Pila, ha deciso ora, con pari entusiasmo, di associarsi alle Onoranze che Como e l'Italia vogliono tributare alla memoria di ALESSANDRO VOLTA nel Centenario della sua morte (5 Marzo 1927).

L'**A. E. I.** ricorda che, per iniziativa di Giuseppe Colombo, suo Presidente Generale, e di Augusto Righi, il I° Congresso Nazionale degli Elettricisti, riunito in Como, nella solenne seduta del 23 Settembre 1899, votava alla unanimità l'ordine del giorno, da quei due Illustri proposto, invocando dal Governo la pubblicazione di una Edizione Nazionale delle Opere di ALESSANDRO VOLTA (1). Il poderoso lavoro è stato ormai presso che condotto a termine dalla Commissione Reale, di ciò incaricata.

Oggi, per concretare in forma duratura la sua partecipazione alle nuove Onoranze, l'**A. E. I.** ha provveduto alla pubblicazione di questo libro. Esso è la sintesi dell'Edizione Nazionale ed ha per iscopo di far conoscere la vasta opera scientifica di ALESSANDRO VOLTA, specie nel campo elettrotecnico, nel modo più diretto e più efficace: cioè con l'aiuto degli scritti originali.

(1) Vedi Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana: Vol. III - Dicembre 1899.

Digitized by Google

Il compito di scegliere i più significativi fra gli scritti del Sommo Fisico fu affidato al Prof. FRANCESCO MASSARDI che, per incarico della Commissione Reale, cura la grande Edizione Nazionale delle Opere Voltiane. Egli ha reso agevole al lettore la fatica di inserire i singoli scritti nel vasto quadro della multiforme attività scientifica del Volta, con l'aiuto di una introduzione, di alcune note e di sei Monografie, riassuntive del contenuto dei singoli volumi della Edizione Nazionale.

Oltre che al Prof. Massardi, particolare riconoscimento è dovuto sia alla *Commissione Reale per la pubblicazione delle Opere di Alessandro Volta*, che ha messo generosamente a disposizione tutti gli originali, sia ad *U. Hoepli*, Editore della Edizione Nazionale, che ha voluto comprendere il Volume dell'**A. E. I.** nella sua Biblioteca Tecnica.

L'**A. E. I.** confida, che questo libro contribuisca efficacemente ad accrescere ed a diffondere la conoscenza di una delle più belle glorie italiane e possa esser tenuto come il più degno tributo d'omaggio degli Elettrotecnici italiani al grande Precursore.

LA PRESIDENZA GENERALE DELL'A.E.I.

Milano, 5 Marzo 1927.

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME

Digitized by Google

AVVERTENZE

= La grafia adottata nella riproduzione degli scritti Voltiani — sia di lingua italiana, che di lingua francese e latina — riprodotti in questo volume, è la stessa seguita nel testo dell'Edizione Nazionale, controllata sugli originali esistenti presso il R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.

= Per gli scritti tratti dai primi quattro Volumi dell'Edizione Nazionale, è sempre indicato al principio di ogni brano qui sotto riprodotto, il Volume, il Numero e la Pagina della detta Edizione.

= Gli scritti che troveranno posto nei Volumi V° e VI° dell'Edizione Nazionale, i quali ora sono in corso di preparazione, sono qui riprodotti dal testo della Collezione Antinori, edita da G. Piatti a Firenze 1816, e di essi è pure indicato il Tomo e la pagina.

= Le Monografie della Seconda Parte sono quelle che riguardano i cinque primi Volumi della Edizione Nazionale. La Monografia riguardante il VI Volume in preparazione, verrà pubblicata in apposito supplemento, quando il Volume stesso sarà pubblicato.

= Le tavole che illustrano il presente Volume, sono state appositamente riprodotte dagli stessi originali che servirono per l'Edizione Nazionale, gentilmente posti a disposizione dell'A. E. I. dal Reale Istituto Lombardo.

Il presente Volume fu ordinato e curato dall'Ing. GIUSEPPE COMBONI *del R. Politecnico di Milano, Segretario Generale dell'*Associazione Elettrotecnica Italiana.

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME

PREFAZIONE ..... pag. I
CENNI BIOGRAFICI: « Effemeridi Voltiane » di *F. Fossati* .. » XV
La Scienza dell'Elettricità prima di Volta, di *A. Righi*... » LXI
INTRODUZIONE di *F. Massardi* ..... » I

PRIMA PARTE.

SCELTA DI SCRITTI ORIGINALI DI ALESSANDRO VOLTA
TRATTI DALL' EDIZIONE NAZIONALE DELLE SUE OPERE
CON NOTE DEL PROF. FRANCESCO MASSARDI.

I. – ELETTROSTATICA.

(1) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. III*
1775. *10 giugno.*
N. **XLV.** *(B)* Articolo di una lettera del Signor Don Alessandro Volta al Signor Dottore Giuseppe Priestley..... pag. 7

(2) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. III*
....
N. **XLV.** *(I)* Descrizione ed uso dell'Elettroforo ..... » 23

(3) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. III*
1777 *18 aprile.*
N. **XLVI.** Lettera al R. P. Barletti professore a Pavia .... » 27

(4) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. III*
1778, *20 agosto.*
N. **XLVII.** *(A)* Osservazioni sulla capacità de' conduttori elettrici e sulla commozione che anche un semplice conduttore è atto a dare eguale a quella di una boccia di Leida, del Signor Don Alessandro Volta, in una lettera al Signor De Saussure » 31

Digitized by Google

(5) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. III*
1778-1780.
N. **XLVIII.** Sull'elettrometria e sulle atmosfere elettriche ... pag. 49

(6) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. III*
1782, *14 marzo.*
N. **LI.** Del modo di rendere sensibile la più debole elettricità sia naturale, sia artificiale ..... » 55

(7) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. III*
1786, *15 giugno.*
N. **LIX.** Terza lettera a Martino Van Marum su proposte e discussioni di esperienze ..... » 89

II. – ELETTROMOZIONE.

a) *Prima dell'Invenzione della Pila.*

1° CICLO.

(8) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*
1792, *3 aprile.*
N. **I.** Lettera sopra l'elettricità animale al dott. Baronio. pag. 95

(9) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*
1792, *5 maggio.*
N. **II.** Memoria prima sull'elettricità animale. Discorso recitato nell'aula dell'Università di Pavia in occasione di una promozione ..... » 103

(10) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*
N. **II.** Aggiunte alla Memoria precedente. Tratte dai Manoscritti di A. Volta ..... » 115

(11) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*
1792, *14 maggio.*
N. **III.** Memoria seconda sull'elettricità animale ..... » 119

(12) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*
1792, *estate.*
N. **VII.** Risposta alla domanda dell'abate Tommaselli.... » 133

(13) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*
1792, *11 ottobre.*
N. **VIII.** *(B)* Lettera seconda a Van Marum ..... » 139

Digitized by Google

(14) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

N. **XIV.** Nuova Memoria sull'elettricità animale, in alcune lettere al Sig. Ab. Anton Maria Vassalli:

1794, *10 febbraio.*

(A) Lettera prima ..... pag. 153

2° Ciclo.

(15) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

1795, *30 marzo.*

N. **XIII.** Lettera al cav. Banks, da Pavia ..... » 161

(16) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

1795, *27 ottobre.*

N. **XIV.** *(C)* Lettera terza, da Como, al Sig. Ab. Anton Maria Vassalli ..... » 171

3° Ciclo.

(17) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

N. **XVIII.** Sul galvanismo, ossia sull'elettricità eccitata dal contatto de' conduttori dissimili. Tre lettere al prof. Gren di Halla, ed Appendice:

1796, *1 agosto.*

(A) Estratto di lettera ..... » 181

(18) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

1796, *agosto.*

(B) Lettera seconda ..... » 191

(19) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

N. **XX.** Lettere al cittadino Aldini intorno alla pretesa elettricità animale delle sperienze del galvanismo, con Appendice:

1798, *aprile.*

(A) Lettera prima, da Como ..... » 197

(20) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I (ivi)*

N. **XX.** *(B)* Lettera seconda, da Como ..... » 205

(21) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

1798, *19 ottobre.*

N. **XXI.** Minuta di lettera al prof. Brugnatelli, da Como. » 219

Digitized by Google

b) *Invenzione della Pila.*

(22) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. I*

1800, *20 marzo.*

N. **XXII.** On the Electricity excited by the mere contact of conducting Substances of different kinds. In a letter from Mr. Alexander Volta, to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks ..... pag. 225

c) *Dopo l'Invenzione della Pila.*

ULTIMO CICLO DELLA ELETTROMOZIONE.

(23) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

1801, *novembre.*

N. **XXVII.** Memoria del prof. Alessandro Volta sull'identità del fluido elettrico col fluido galvanico. Parte prima ..... » 249

(24) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

N. **XXVII.** *(B)* Continuazione della Memoria precedente ... » 271

(25) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

N. **XXXII.** Due lettere su teorie ed applicazioni riguardanti l'elettricità:

1801, *15 giugno.*

(A) Lettera del Volta all'Amoretti sui fenomeni della rabdomanzia ..... » 285

(26) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

1802, *dopo il giugno.*

N. **XXXII.** *(B)* Lettera del professore Alessandro Volta al prof. Luigi Brugnatelli, sopra l'applicazione dell'elettricità ai sordomuti dalla nascita..... » 291

(27) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

1802, *18 marzo.*

N. **XXX.** Aux Rédacteurs de la Bibliothèque Britannique, Alexandre Volta ..... » 297

(28) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. IV*

1802, *22 giugno.*

N. **LXXIII.** Lettera a Martino Van Marum su discussioni di esperienze ..... » 311

(29) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

1804, *10 e 28 maggio.*

N. **XXXIII.** Appunti su esperienze con pile di differenti sistemi. » 319

Digitized by Google

(30) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

1801, ... presentata nel 1805 ..... stampata nel Giugno 1814.

N. **XXXV.** L'identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico vittoriosamente dimostrata con nuove esperienze ed osservazioni. Memoria comunicata al sig. Pietro Configliachi ..... pag. 323

(31) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. II*

1806.

N. **XXXVII.** Estratto di un manoscritto sull'insussistenza della genesi del clorino e dell'alcali nell'acqua sottoposta all'azione degli elettromotori ..... » 409

(32) *Dall'Ediz. Naz.: Vol. IV*

1812, *settembre.*

N. **LXXXII.** Lettera all'abate Zamboni sulle pile a secco... » 415

III. – APPENDICE.

(33) *Dalla Collez. Antinori: Tomo III*

I[a] Lettera al Padre Campi sull'aria infiammabile..... pag. 423

II[a] id. id. id. ..... » 428

V[a] id. id. id. ..... » 431

(34) *Dalla Collez. Antinori: Tomo III*

Memoria sull'uniforme dilatazione dell'aria ..... » 435

(35) *Dalla Collez. Antinori: Tomo III*

Enunciati delle leggi delle tensioni dei vapori ..... » 467

(36) *Dalla Collez. Antinori: Tomo I*

Meteorologia elettrica. Memoria sulla Grandine..... » 471

SECONDA PARTE.

MONOGRAFIE ORIGINALI SU CIASCUNO DEI VOLUMI DELLA EDIZIONE NAZIONALE COMPILATE DAL PROF. FRANCESCO MASSARDI.

1[a] MONOGRAFIA SUL VOLUME PRIMO ..... pag. 513

2[a] MONOGRAFIA SUL VOLUME SECONDO ..... » 523

3[a] MONOGRAFIA SUL VOLUME TERZO ..... » 533

4[a] MONOGRAFIA SUL VOLUME QUARTO ..... » 541

5[a] MONOGRAFIA SUL VOLUME QUINTO ..... » 551

6[a] NOTA SULLA MONOGRAFIA DEL VOLUME SESTO ..... » 563

Digitized by Google

RIPRODUZIONE DEGLI INDICI DEI VOLUMI DELLA EDIZIONE NAZIONALE.

Indice del Volume I ..... pag. 565
Indice del Volume II ..... » 568
Indice del Volume III ..... » 570
Indice del Volume IV ..... » 573
Indice del Volume V ..... » 576
Indice del Volume VI *(è in preparazione)*.

INDICE DELLE TAVOLE FUORI TESTO

Tavola I – Elettroforo ..... pag. 15
» II – Elettroforo ..... » 17
» III – Riproduzione di autografo ..... » 25
» IV – Riproduzione di autografo ..... » 29
» V – Conduttore formato da bastoni di legno ..... » 39
» VI – Cimelii Voltiani: Conduttori e semiconduttori ..... » 55
» VII – Condensatore ..... » 59
» VIII – Elettrofori e condensatori ..... » 73
» IX – Elettrometri, bilancia elettrica, spinterometro ..... » 93
» X – Lamine metalliche e rane preparate ..... » 123
» XI – Riproduzione di autografo ..... » 181
» XII – Figure di combinazioni di conduttori diversi ..... » 185
» XIII – Riproduzione di autografo ..... » 227
» XIV – Diversi accoppiamenti di pile ..... » 233
» XV – Riproduzione di autografo ..... » 237
» XVI – Pile ..... » 263
» XVII – Pile e cacoppiamenti diversi ..... » 265
» XVIII – Batterie di Leida ..... » 275
» XIX – Batterie di pile ..... » 341
» XX – Riproduzione di autografo: disegno per dispositivo di elettrolisi ..... » 411
» XXI – Termometro per studio della dilatazione dell'aria ..... » 459
» XXII – Apparato per studio della formazione elettrica della grandine ..... » 493
» XXIII – Riproduzione di autografo di conteggi ..... » 539
» XXIV – Riproduzione di autografo di conteggi ..... » 541
» XXV – Macchina elettrica di Nairne, ed apparati diversi ..... » 549
» XXVI – Macchina elettrostatica ed altri apparati ..... » 551

Digitized by Google

CENNI BIOGRAFICI

SU

ALESSANDRO VOLTA

Per gentile concessione della Società Storica Comense si riproducono le "EFFEMERIDI VOLTIANE„ già compilate dal Dott. FRANCESCO FOSSATI di Como e pubblicate nel 1899 in occasione del Iº Centenario della Pila.

Digitized by Google

Digitized by Google

EFFEMERIDI VOLTIANE

1745

18 febbraio — Nasce in Como Alessandro Volta, nella casa avita, in contrada di Porta Nuova (ora Alessandro Volta) al civico n. 10 (ora n. 50, secondo la numerazione decretata dal Comune nel 1888); quale casa era formata allora di un solo piano, avente sulla porta d'ingresso un bassorilievo rappresentante l'Annunciazione della Vergine. — I genitori di Alessandro furono il patrizio Don Filippo Volta e Donna Maddalena de' Conti Inzaghi (1).

Fu dato a balia ad Elisabetta Pedraglio di Brunate, il cui marito Lodovico Monti era fabbricatore di barometri.

1760

fine novembre — Nel Collegio de' PP. Gesuiti, dove il Volta studia filosofia, prende parte, con altri nobilissimi giovani studenti comaschi, ad una Azione drammatica allegorica in canto, rappresentata dagli accademici Partenio-Pliniani in occasione del solenne ricevimento di Monsignor Giambattista Albrici Pellegrini, entrato Vescovo di Como il 23 novembre (2).

1761

. . . . . — Lo zio Canonico Alessandro Volta leva il giovane suo omonimo dal Collegio de' Gesuiti e lo manda a villeggiare a Gravedona in compagnia del giovinetto Cesare Gattoni.

1763

. . . . . — Volta concepisce il pensiero che molti fenomeni elettrici si possono riferire alle leggi dell'attrazione Newtoniana, e comunica questo suo pensiero al grande fisico ab. Gio. Antonio Nollet, vecchio professore elettricista alla Scuola del Genio di Mézières, dal quale riceve lodi ed incoraggiamenti. Questo pensiero dell'attrazione dell'elettrico a minime distanze ed a

---

Si riproducono queste Effemeridi Voltiane per gentile concessione della Società Storica Comense che le pubblicava nel 1899 in occasione del Centenario dell'invenzione della Pila.

Digitized by Google

contatto fu sempre dominante in Volta e fu quello che lo guidò alla invenzione della Pila (3).

1764

. . . . . Volta compone un poemetto in esametri latini sopra le recenti scoperte dell'oro tonante, della polvere pirica e dei fuochi fatui. Faceva allora gli studî nel R. Seminario Benzi, dove gli giovò l'amicizia del chierico Giulio Cesare Gattoni, in casa del quale acquistò poi gran parte della sua fama negli studî e sperienze d'elettricità, perchè il facoltoso Gattoni (che fu poi canonico) lo aiutò non poco e con libri e con macchine, di cui s'era fornito come appassionato cultore di scienze fisiche.

1769

2 marzo Volta viene eletto famigliare nobile del S. Uffizio.

18 aprile Pubblica in Como, presso lo stampatore Staurenghi, la sua prima memoria: *De vi attractiva ignis electrici, ac phoenomenis inde pendentibus*, diretta al P. Gio. Battista Beccaria di Mondovì (Scolopio) professore nella Università di Torino.

1771

luglio Pubblica, pure in Como, coi tipi Staurenghi, la seconda Memoria: *Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus, seu de corporibus eteroelectricis, quae fiunt idioelectrica experimenta atque observationes*, indirizzata all'ab. Lazzaro Spallanzani, celebre naturalista e professore dell'Università di Pavia.

1773

18 dicembre Tratta collo stesso prof. Spallanzani la teoria della *riproduzione degli arti nelle salamandre terrestri.*

1774

22 ottobre Entra negli impieghi scolastici come soprainten-dente o reggente alle R. Scuole di Como, durante il quale ufficio suggerisce al Magistrato degli studî opportune riforme nei metodi d'insegnamento e stende la relazione: *Idea di uno stabilimento di Scuole pubbliche per la Città di Como.*

1775

. . . . . Inventa l'*Elettroforo*, mirabile istromento, che sotto il minimo volume offre una inesauribile vena di fluido elettrico in qualunque stato dell'atmosfera, come afferma l'Arago.

10 giugno Comunica questa scoperta al celebre chimico e filosofo inglese Giuseppe Priestley, membro della So-

Digitized by Google

cietà Reale di Londra, e gli dice che vorrebbe chiamare quel piccolo apparecchio *Elettroforo perpetuo*.

1775

giugno — Scrive pure al cremonese, suo amicissimo, P. Carlo Giuseppe Campi C. R. S., descrivendogli l'*Elettroforo*.

2 agosto — Di tale scoperta informa pure il Ministro plenipotenziario Carlo Giuseppe Conte di Firmian, governatore generale di Lombardia.

1 novembre — Decreto del Conte di Firmian, che nomina Volta professore stabile di Fisica sperimentale nelle Scuole di Como, coll'annuo stipendio di L. 800.

1776

maggio — Scrive a Giuseppe Klinkosch, professore d'anatomia all'Univertità di Praga e membro della R. Società delle Scienze in Gottinga, spiegandogli come il dott. Gio. Francesco Cigna di Mondovì, celebre elettricista e professore d'anatomia all'Università di Torino, fu quegli che preluse, coi suoi studî, all'invenzione dell'*Elettroforo*.

2 settembre — La Società di Fisica di Zurigo lo elegge a Socio Straniero.

3 novembre — Volta, costeggiando in barca i canneti presso Angera sul Lago Maggiore, si mette a frugare col bastone il fondo melmoso dell'acqua e vede salire a galla e poi svanire nell'aria delle bollicine gasose in gran copia. Da ciò i suoi studî sull'aria infiammabile e relative sperienze. Il distinto naturalista francese Francesco Rozier non dubitò di asserire che Volta fu il primo ad osservare l'aria infiammabile prodotta da sostanze animali e vegetali in putrefazione.

1777

gennaio — Inventa la *Pistola* ad aria infiammabile, che chiama *Pistola elettrico-flogopneumatica*, ma che in seguito prese nome semplicemente di *Pistola di Volta* (4).

15 gennaio — Pubblica in Milano, per le stampe di Giuseppe Marelli, il libro: *Lettere sull'aria infiammabile nativa delle paludi*, che comprende le sette lettere da Volta dirette al P. Campi su tale argomento, e fa dedica del libro al Marchese Francesco Castelli.

Digitized by Google

1777

29 marzo — Scrive al cav. Don Marsilio Landriani, informandolo sulla costruzione della sua *Pistola*.

30 » — Spiega a S. A. Carlo di Lorena l'apparecchio dell'Elettroforo e gli parla del viaggio che intende di fare a Vienna.

17 aprile — Informa del nuovo trovato della *Pistola* e della costruzione di un fucile o moschetto a vento il Marchese Francesco Castelli (5).

18 » — Comunica al professore Carlo Barletti della Università di Pavia la sua teoria sui *Conduttori Elettrici*, mediante fili di ferro sostenuti da pali di legno e condotti da un paese all'altro, per esempio da Como a Milano; applicata al capofilo di Como la Boccia di Leida e al capofilo di Milano la Pistola, scaricando la prima sparerebbe la seconda. Così Volta intravede la Telegrafia elettrica a doppio conduttore.

15 maggio — Previene il marchese Castelli che egli sta per costuire una Lucerna a gas, dividendone il merito della prima idea col P. Campi. Infatti diede la *Lampada perpetua Voltiana*, di cui molte se ne costruirono in Germania, con perfezionamenti dello stesso Volta, il quale le provvide di un *Elettroforo* per fornir la scintilla di accensione, come un accendilume elettrico.

10 giugno — Scrive al Conte di Firmian, avvisandolo di essere stato eletto membro delle Accademie di Siena e Mantova e della Società Fisica di Zurigo.

15 luglio — Il Conte di Firmian dà notizia al Volta essergli stati assegnati 50 zecchini, esigibili sul fondo per la Pubblica Istruzione, onde servano al progettato suo viaggio letterario nella Svizzera e nella Germania.

(estate) — Il Barone Spergers, Ministro a Vienna, trasmette le Memorie di Volta alla R. Accademia di Berlino, eccitandola ad ascriverlo fra i soci forestieri.

Id. — Inventa l'*Eudiometro*, apparecchio chimico analizzatore, utile a riconoscere la salubrità dell'aria mediante la conoscenza de' suoi elementi e degli effetti che le azioni chimiche possono produrre sui medesimi.

Digitized by Google

1777

2 settembre — Scrive di questo apparecchio a Giuseppe Priestley.

3 » — Parte da Como col Conte G. B. Giovio per Chiasso e Lugano, onde fare insieme il viaggio della Svizzera.

4 » — Sbarcano a Lugano. Qui s'uniscono a loro per lo stesso viaggio il matematico-poeta ab. Francesco Venini, ex C. R. S. di Domaso, e il Conte cav. Francesco Visconti, buon cultore delle scienze naturali.

5 » — Arrivano a Giornìco e a Dazio.

6 » — Il Volta si trattiene oltre una intiera giornata sul Gottardo per le osservazioni barometriche, cominciate a Como e proseguite di tre in tre ore fino a Lucerna.

10 » — Arrivano a Lucerna, dove ammirano il gran modello in rilievo di tutto il paese degli Svizzeri, che stava allora costruendo il signor Luigi Pfiffer (commendatore dell'Ordine di S. Luigi, luogotenente generale delle armate di S. M. Cristianissima e senatore della città e repubblica di Lucerna) e che Volta descrisse poi così bene nella sua Relazione di questo viaggio al Conte di Firmian (6). L'ab. Venini, essendo diretto a Parigi, si separa da Volta e da Giovio.

11 » — Questi due si dirigono ad Einsiedeln, passando per Arth, dove sostano.

12 » — Da Einsiedeln passano a Zurigo, dove visitano le stupende collezioni di storia naturale presso il prof. Gessner e i signori Schultess, Lavater, Häscher ed altri. Volta vi fa conoscenza col poeta Salomone Gessner.

20 » — Sono a Sciaffusa, dove albergano alla Corona. Visitano i ben forniti gabinetti scientifici di quella città.

25 » — A Basilea alloggiano ai Tre Re sulla sponda del Reno. Volta stringe amicizia coi letterati Bernoulli.

27-28 » — Proseguono il cammino per Colmar, Brissac e Strasburgo. In questa città Volta spiega la sua Lucerna a gas agli scienziati Barbier de Tinan di Strasburgo e Húrstenberger di Basilea; questi era costruttori di

Digitized by Google

macchine e assai intendente di fisica (7). Volta fa la conoscenza del barone Dietrich e del Signor Spielmann.

1777

1 ottobre Volta lascia Strasburgo.

2 » Giunge a Colmar.

3 » Ritorna a Basilea.

5 » Parte da Basilea, e percorrendo l'amena valle della Birs, arriva a Soletta la sera, e il giorno appresso visita questa città.

7 » È a Berna, dove s'intrattiene con preclari scienziati, tra cui Haller.

10 » Si dirige al Grindelwald, attraversando il lago di Thun.

11 » Gode lo spettacolo della famosa cascata detta Staubbach e dei ghiacciai di Grindelwald.

14 » Tornato a Berna, prosegue per Neuchâtel, dove giunge a sera.

16 » È ad Yverdun, ove alloggia all'albergo dell' Aquila. Fa la conoscenza di Elia Bertrand, insigne naturalista svizzero, di cui ammira alcune belle collezioni.

18 » Giunto a Losanna, visita il celebre medico Simone Andrea Tissot.

19 » Continua il viaggio per Morges, Rolle e Nyon fino a Ginevra.

20 » Visita i due grandi naturalisti Giovanni Sénébier bibliotecario della Repubblica di Ginevra, e Orazio-Benedetto de Saussure professore di filosofia all'Accademia di Ginevra.

21 » S'intrattiene presso Saussure a fare degli sperimenti fisici. La sera si reca in casa del signor Breganty, ripetendo sperimenti.

22 » Visita con Saussure il famoso filosofo e naturalista ginevrino Carlo Bennet alla villa di Genthod. La sera

Digitized by Google

in casa di Sénébier, ha conversazione con parecchi dotti.

1777

23 ottobre — Visita il gabinetto del naturalista Gio. Andrea De Luc. A sera si reca a Ferney per conoscere Voltaire. È ricevuto dalla nipote M.me Denis, che lo intrattiene finchè il gran filosofo, pomposamente annunziato e preceduto da due cavalieri, a guisa di un sovrano, si degna di comparire. Era egli ottuagenario ; conversa col nostro Volta per una mezz'ora, parlando italiano e di varie cose (8).

24 » — S'incammina verso la Savoia; pernotta a Ramelly, poi ad Aix-les-Bains, indi a Chambery.

25 » — Da Chambery a Montmélian, Mal-Taverne ed Aiguebelle, dove il Volta, maravigliato della buona coltivazione e riuscita delle patate, se ne provvede per portarle a Como e diffonderne l'uso (9).

26 » — Passa a Espierres e a Chambre.

27 » — La mattina si trova a S. Jean de Maurienne; la notte fa sosta a Modane.

28 » — Ascende il Moncenisio e cala a Susa, proseguendo il cammino durante la notte.

29 » — Sulla sera perviene a Rivoli.

30 » — Arriva a Torino, dove stringe conoscenza col professore Cigna.

dicembre — Wyttembach, redattore a Berna di un periodico scientifico, scrive a Volta pregandolo di fornirgli le novità scientifiche italiane per il suo giornale. — La Società di Berna lo ascrive fra i suoi membri.

1778

28 marzo — La R. Corte fissa a Volta l'intiero onorario annesso a ciascuno dei due uffici di Reggente e di Professore, in tutto L. 2.400, e ciò quale premio della sua applicazione e genio di utilmente sperimentare.

marzo-aprile — Volta provvede di macchine sperimentali il Gabinetto di Fisica in Como a spese del Governo.

Digitized by Google

1778

20 agosto — Manda a Saussure a Ginevra uno scritto *Sulla capacità dei Conduttori elettrici e sulla commozione che anche un semplice Conduttore è atto a dare eguale a quella della Boccia di Leida*, e ciò per legare a qualche stabile memoria l'amicizia con lui contratta l'anno precedente.

ottobre — Volta è invitato da Becker e Gessner a collaborare nella *Biblioteca generale dei libri stranieri ad uso dei tedeschi*, periodico pubblicato a Zurigo.

novembre — Gaspare Adamoli gli chiede informazioni sulle ultime scoperte di lui, per riferirne in Parigi all'Ufficio della Corrispondenza generale di Scienze ed Arti.

. . . . . — Volta è chiamato alla cattedra di Fisica sperimentale nell'Università di Pavia, dove succede allo Scolopio P. Barletti, e la sua scuola è tanto affollata, che si è costretti di costruire un ampio e decoroso teatro fisico (10).

1779

15 ottobre — Spedisce al Conte di Firmian la prima parte della Relazione del suo viaggio nella Svizzera e nell'Alsazia.

1780

. . . . . — Inventa il *Condensatore*, apparato che serve a ricevere, accumulare e condensare in sè e poi rendere sensibile l'elettricità più debole che vi sia.

29 agosto — È nominato Socio corrispondente della Società Patriotica di Milano.

31 » — Scrive al Conte Firmiam chiedendo qualche sussidio per supplire alle spese del suo prossimo e lungo viaggio a Parigi e a Londra.

settembre — Volta, in compagnia del marchese Torelli patrizio pavese, e dell'ab. Giuseppe Re assistente al Gabinetto di Fisica della Università di Pavia, intraprende un viaggio a Firenze, e giunto sul colmo della strada da Bologna a Pistoia, esamina i campi igniti di Pietramala, i quali si mantengono in perpetuo fuoco per l'aria infiammabile che esala dai crepacci. A Firenze mostra all'inglese Cowper le sperienze dell'*Eudiometro* ad aria infiammabile (11).

Digitized by Google

1781

maggio — Sui monti di Piacenza osserva i fuochi che spontaneamente divampano a fior di terra presso le rovine dell'antica Velleja (12).

1 settembre — Volta, in compagnia del piemontese colonnello barone Luigi Colli e della contessa Leonora Doria Sforza Visconti maritata al marchese Antonio Villani, parte per Torino e la Savoia, tocca Lione, poi Ginevra, e impiega tutto il mese nell'attraversare la Svizzera, visitando Losanna, Berna, Soletta, Basilea, e i dotti che vi dimorano.

1781

5-12 ottobre — Soggiorna a Strasburgo, poi visita le città di Rastatt, Carlsruhe, Mannheim.

14 » — Scrive al fratello Arcidiacono Luigi, descrivendogli il viaggio; indi passa a Magonza, Francoforte, Coblenza, Bonn e Colonia. Da Magonza manda notizie al conte di Firmian.

3 novembre — Visita Aquisgrana e scrive a sua madre, parlandole delle grandi accoglienze avute in Colonia dal Nunzio Apostolico mons. Bellisomi, che ogni sera lo conduceva alla conversazione delle canonichesse di S. Maria. Vede poi le città di Maestricht e Tirlemont; fa sosta a Lovanio per visitarvi l'Università, la Biblioteca e l'Orto Botanico. Il presidente del Collegio del Re e direttore del Gabinetto di Fisica Thysbaert lo serve colla sua carrozza, accompagnandolo col prof. Minckelers fino a Bruxelles.

14 » — Interviene negli appartamenti di Corte ed è invitato dai Ministri, dal Nunzio e da milord Dillon.

17 » — È presentato alla LL. MM. RR., dalle quali è trattenuto per quasi un'ora in familiare colloquio.

18 » — Da Bruxelles scrive alla famiglia; poi coll'amico Giacinto Magellan, fisico portoghese stabilito in Inghilterra, membro della Società Reale di Londra e Vicepresidente della R. Accademia di Torino, lascia Bruxelles dirigendosi a Malines e ad Anversa.

21 » — Naviga per Rotterdam.

Digitized by Google

1781

22 novembre — Giunge all'Aja, dove il principe Galitzine, inviato straordinario di Russia, lo trattiene due giorni in casa sua. Visita Leida ed Haarlem, e in questa città va a trovare l'amico suo scienziato Van Marum, colla carrozza del quale si reca ad Amsterdam.

29 » — Arriva in questa città e vi si ferma quasi due settimane. Qui s'imbatte nei comaschi Bianchi, i quali, associati ad un artefice inglese, commerciano di macchine.

13 dicembre — Si trova in Utrecht. Ripassando poi per Leida, Aja, Delft, Rotterdam, Mördyk e Anversa, ritorna a Bruxelles, dove si trattiene un paio di giorni.

20 » — Riprende il cammino alla volta di Parigi, seguendo la via di Mons, Valencienne, Cambray e Peronne.

22 » — Arriva a Parigi, dove si ferma quattro mesi, e cioè fino al 23 aprile 1782, alloggiato al grand Hôtel Bourbon, situato nella Rue Croix des petits champs.

1782

21 gennaio — Assiste alla festosa entrata in Parigi di Luigi XVI e Maria Antonietta, la quale aveva, tempo prima, felicemente partorito e veniva a Parigi per renderne grazie a Dio col visitare le chiese, e di ciò Volta scrive a Como al fratello can. Giovanni.

22 » — Scrive pure al fratello arcidiacono Luigi. Si trova a discutere dei fenomeni elettrici con Beniamino Franklin, dal quale è più volte invitato anche in seguito (13).

12 febbraio — Manda una informativa del suo viaggio e soggiorno in Parigi al ministro Conte di Firmian.

24 marzo — Scrive al fratello Arcidiacono Luigi. Trovasi in scientifiche conversazioni col vecchio gran naturalista Gian Luigi Leclerc conte di Buffon, Pier Simone marchese di Laplace, Antonio Lorenzio Lavoisier, il principale fondatore della chimica moderna. Frequenta assiduo le lezioni del Fisico Giacomo Charles, perfezionatore dei palloni aerostatici, e del chimico Baldassarre Giorgio Sage, discepolo dell'ab. Nollet e istitutore della Scuola delle miniere. Interviene alle adunanze dei dotti, tra cui l'illustre fisico Gio. Bat-

Digitized by Google

tista Leroy ed il chimico savoiardo Claudio Luigi conte di Berthollet, per invito del quale mostra varie sperienze col suo *Condensatore*.

1782

Primi d'aprile — Legge, davanti a una Società di scienziati, detta *Museo di Parigi*, che lo aveva eletto a proprio membro, uno studio sui terreni ardenti, specie sui fuochi di Pietramala, da lui visitati ed osservati.

23 aprile — Scrive al fratello arcidiacono Luigi e parte da Parigi avviandosi verso Londra.

14 maggio — Stende una dissertazione sui pesci elettrici per Madame de Nanteuil figlia di Lenoir, luogotenente generale di polizia in Parigi, la quale studiava con ardore la Fisica.

stesso mese — A Londra, legge a quella Società Reale di Scienze la dissertazione sulla costruzione e l'uso del *Condensatore*. Quale dissertazione fu subito stampata in inglese, col testo a fronte, nel tomo 72 delle *Transazioni filosofiche* di Londra. Poi gira per l'Inghilterra in compagnia di Magellan.

22 maggio — L'Accademia di Haarlem lo elegge a suo socio corrispondente.

21 agosto — Viene dall'Accademia di Francia ascritto fra i Membri corrispondenti.

1783

6 dicembre — Scrive al cav. Landriani perchè appoggi presso la Società Patriotica di Milano Donna Teresa Ciceri, nata Contessa Castiglioni d'Angera, la quale avea presentato una tela da lei fabbricata con fili di lupini, onde venga onorata di un premio.

1784

(estate) — Suo viaggio in Germania col collega Antonio Scarpa, professore d'anatomia alla Università pavese. — A Vienna l'Imperatore Giuseppe II li riceve famigliarmente nel suo casino d'Augarten e li raccomanda al suo chirurgo primario cav. Brambilla pel tempo di loro dimora in quella capitale. Al partire rivedono l'imperatore, che li fornisce di buona somma di denaro per fare il resto del viaggio. I due compagni si dirigono a Berlino.

Digitized by Google

1784

21 settembre — Scrive da Berlino al Conte di Wilzeck parlandogli del viaggio.

1785

27 gennaio — È fatto Socio corrispondente dell'Accademia di Scienze e Lettere di Padova.

27 agosto — La Società Agraria di Torino lo ascrive tra i Soci liberi.

. . . . . — Viene eletto dagli studenti, secondo la pratica, Rettore dell'Università di Pavia per l'anno scolastico 1785-86 succedendo nella carica al valente anatomico Giacomo Rezia.

1786

4 dicembre — Fornisce all'Amministrazione generale degli studii i ragguagli intorno alla elezione del suo successore nel Rettorato, ab. Siro Beretta Della Torre.

1787

3 settembre — Parte da Como la mattina alla volta di Varese. Prosegue per Laveno, dove traversa il Lago Maggiore fino a Intra e vi pernotta.

4 » — Va a Mergozzo, poi a Domodossola, dove alloggia in casa di Don Gennaro Bianchi, già maestro di rettorica nel ginnasio di Como.

5 » — Di gran mattino intraprende la salita della montagna, e a sera arriva a Sempione. Qui prende riposo in una passabile osteria.

6 » — Continua la salita fino al varco, poi scende a Briga e prosegue la corsa fino a Tortman, dove alberga.

7 » — Giunge a Sion capitale del Vallese.

8 » — Alla mattina per tempo riprende il viaggio verso Losanna.

stesso mese — A Ginevra fa omaggio al signor di Saussure di un poemetto in francese, in cui celebra la salita di quel naturalista sulla cima del Monte Bianco, e le sperienze ivi fatte nei primi giorni d'agosto di questo stesso anno; quale poemetto è poi dal Volta tradotto in terzine italiane.

5 ottobre — È nominato Socio Ordinario della Società di Scienze di Losanna.

Digitized by Google

1788

5 maggio — È ascritto fra i Membri dell'Accademia degli Affidati di Pavia.

1789

30 agosto — La R. Accademia delle Scienze e Lettere di Mantova lo elegge a Socio.

. . . . . — Luigi Galvani, professore d'anatomia all'Istituto delle Scienze di Bologna, per il fortuito caso che una rana morta disseccata vicino al conduttore di una macchina elettrica dava segni convulsivi, concepisce la teoria del *fluido elettrico animale*, detto poi *galvanico* in onor suo, e divulga questa scoperta coll'opuscolo: *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*, stampato nel 1791.

1791

16 maggio — Volta tratta la tesi dell'aria infiammabile nativa delle paludi, in risposta a due memorie di Antonio Francesco conte di Fourcroy, lette all'Accademia delle Scienze in Parigi nel 1782 e pubblicate più tardi.

. . . . . — È nominato Membro della Società Reale di Londra.

1792

3 aprile — Volta scrive a Galvani in proposito della di lui scoperta.

5 maggio — Sua dissertazione letta in occasione di laurea, in cui elogia la detta scoperta.

(estate) — Scopre l'errore della teoria di Galvani, non essere cioè *elettricità animale*, ma *elettricità metallica*, risiedendo essa non nei nervi degli animali, ma nei metalli di diversa natura, che, posti fra loro in contatto, sviluppano la corrente elettrica. Sulla fine dell'anno pubblica nel *Giornale scientifico* di Lipsia un saggio di osservazioni, distinguendo i metalli in *motori* e *conduttori* di prima specie, e conchiude che il fluido messo in moto non è fluido animale, ma l'elettrico comune (14).

1793

. . . . . — Stampa a Pavia la sua teoria sulle leggi della dilatazione dei fluidi.

1794

26 febbraio — È nominato membro dell'Accademia Reale delle Scienze, Lettere e Belle Arti di Torino, della quale fa parte il prof. ab. Anton Maria Vassalli-Eandi, dotto naturalista, amicissimo di Volta, che a lui diresse alcune lettere.

Digitized by Google

1794

. . . . . La Società Reale di Scienze in Londra assegna a Volta la medaglia d'oro di Copley, dopo dodici anni dacchè Volta medesimo lesse ad una adunanza di quella Società la sua dissertazione sul *Condensatore*.

22 settembre Conduce in moglie Donna Maria Alonsa Teresa Peregrini, ultima delle figlie del fu Don Lodovico, già R. Delegato in Como, e di Donna Marta Guaita, nata il 5 giugno 1764 (15).

1796

. . . . . Chiede di essere dimesso dal Corpo municipale di Como, perchè la sua carica universitaria e la continua occupazione negli studî lo stornano dagli affari pubblici ed economici.

. . . . . È decano della Facoltà fisico-matematica all'Università di Pavia.

15 maggio Inviato col conte G. B. Giovio dal Municipio di Como a complimentare Bonaparte nella sua entrata in Milano, è ammesso nel palazzo arciducale, e cogli altri delegati introdotto dal generale Despinoy alla presenza del Generale supremo.

agosto Sperimenta la virtù motrice del fluido elettrico, tanto gagliardo nei metalli, mediante l'Elettrometro ed il Condensatore, facendo così un gran passo verso l'invenzione della *Pila*.

ottobre Viene pubblicamente insultato a Pavia, perchè creduto uno de' principali fautori del trasporto della Università a Milano (16).

25 ottobre Si difende per iscritto dall'accusa di voler favorire il trasferimento altrove della Università.

15 dicembre Ricorre all'Amministrazione generale della Lombardia per ottenere la sua giubilazione, che non gli è accordata.

1797

13 febbraio Volta, Zola, Nani e Bresciani, decani della Università pavese, protestano contro il Calendario proposto dal Ministro della Repubblica Cisalpina; per questo il rettore Rasori, indignato contro di loro, li accusa all'Amministrazione generale della Lombardia come austriacanti, ma senza effetto.

Digitized by Google

1797

. . . . . Perviene ad ottenere segni elettrici immediati dai diversi metalli, in contatto fra loro od isolati, senza nemmeno far uso del Condensatore.

1797-99

Specula, con ripetute sperienze, la maniera di moltiplicare le coppie metalliche (argento e zinco) e di costruire una macchinetta che porti ad alto grado la tensione o carica elettrica. A questo scopo risolve di frammezzare alle coppie metalliche uno strato umido o conduttore di seconda classe. Compone così la macchinetta con una serie di Conduttori di prima e di seconda classe, quali sono argento, zinco e strato umido, e poi da capo con lo stesso ordine, finchè gli piace, e trova quanto s'era immaginato, cioè crescere esattamente la tensione elettrica come il numero delle coppie della serie, e se la tensione di una sola coppia è un sessantesimo di grado dell'Elettrometro, rinvigorirsi del doppio, del triplo, del quadruplo, ecc., coll'uso di due, di tre, di quattro, ecc. coppie. — « Questo è il gran passo, dice il Volta, da me fatto sulla fine dell'anno 1799, passo che mi ha condotto bentosto alla costruzione del nuovo apparato scotente ». — Ciò che da prima lo sorprese fu la scossa sentita alle mani ed alle braccia, mentre con queste faceva arco conduttore ai due estremi della macchinetta.

1799

giugno Volta è rimesso nella sua cattedra universitaria dal Primo Console.

1800

gennaio Costruisce in Como il primo apparecchio detto la *Pila*.

20 marzo Porge avviso di questo istromento a Giuseppe Banks, presidente della Reale Società di Londra, con una lettera, in cui descrive la virtù della macchinetta, la quale somiglia negli effetti all'organo elettrico della Raja Torpedine (famiglia di pesci detti *Rajidae* da Dumbril).

La macchinetta è prima chiamata da Volta *Organo elettrico artificiale*, poi *Apparato elettromotore* ed anche *Apparato a colonna* per la sua forma. I francesi, in onore del prof. Galvani (già morto fin dal 4 dicembre 1798) la chiamavano *Piliere* o *Pila Galvanica*; altri, più giustamente, *Piliere* o *Pila Voltaica*. Volta insegnò a variarla, servendosi di bicchieri di vetro,

Digitized by Google

nei quali, a modo della Pila, vi ha la medesima successione di metalli e di conduttori umidi. Si conosce col nome di *Apparato a corona di tazze*, e inventollo prima della Pila. La corrente elettrica, che si genera agli estremi della Pila, ossia ai due poli, chiamasi *Corrente Voltaica*. La scossa è il primo effetto fisiologico della Pila, che si ricarica da sè stessa (17).

1800

marzo-aprile — Volta scrive al Commissario Imperiale Conte Cocastelli, cercando di essere impiegato in qualità di professore ordinario o straordinario di Fisica sperimentale nelle Scuole di Brera a Milano.

23 giugno — Il Primo Console conferma con decreto il Volta professore di Fisica sperimentale nell'Università di Pavia e presidente del Gabinetto fisico insieme con Giambattista Venturi professore di Fisica teoretica.

28 settembre — Volta scrive al Generale Brune, dicendogli che l'accoglienza fatta alla sua scoperta della produzione degli effetti elettrici, lo decide a chiedere il permesso al Governo di recarsi a Parigi, onde portare al Primo Console gli omaggi della Università di Pavia, e che suo compagno di viaggio sarà il collega prof. Luigi Valentino Brugnatelli.

1801

9 giugno — Van Marum avverte il Volta del premio bandito dall'Accademia di Haarlem relativamente alla Pila colla questione del Galvanismo. Il programma, unito alla lettera di quello scienziato olandese, mette a concorso il quesito: « Se gli effetti della Pila Voltaica possano spiegarsi colle nuove leggi dell'elettricità, o se occorra all'uopo ammettere un altro fluido particolare; quali i fenomeni, quali i vantaggi? ».

14 agosto — Volta scrive da Pavia al fratello arcidiacono Luigi sul viaggio che sta per intraprendere a Parigi coll'amico e collega Brugnatelli.

19 « — Il ministro Pancaldi comunica a Volta che il Governo ha assecondato con trasporto il di lui desiderio d'intraprendere un viaggio a Parigi per conferire con quegli illustri professori ed accademici sulle nuove scoperte che interessano i fisici.

Digitized by Google

1801

1 settembre — I due colleghi Brugnatelli e Volta, questi colla propria moglie e col fratello Luigi, partono da Como alla volta di Varese, dove trovano l'amico Conte Vincenzo Dandolo, tanto benemerito degli studi chimici, agronomici e industriali. Nel pomeriggio Luigi Volta, colla cognata, ritornano a Como, mentre i due viaggiatori passano la notte a Varese.

2 » — Proseguono il cammino a Laveno, a Intra e a Mergozzo, dove pernottano.

3 » — Percorrono la vallata dell'Ossola fino a Domodossola.

4 » — Passano la terribile gola della Diveria fino al Sempione e sostano a Varzo.

5 » — Salgono il Sempione e scendono a Briga, dove incontrano il celebre geologo francese Diodato Gratet di Dolomieu (che due mesi e mezzo dopo, in età ancor fresca, dovea spegnersi) col signor Eymar, prefetto del Lemano.

6 » — Partono per Sion nel basso Vallese; passano a Tortman e pernottano a Sierre.

7 » — Passano Sion, Martigny, Betz. Qui visitano la produzione del sale dall'acqua evaporata.

8 » — Sono a Villeneuve sul lago di Ginevra; attraversano Vevey e giungono a Losanna, ricevuti dall'illustre medico Clemente Giuseppe Tissot, congiunto di Simone Andrea Tissot amico di Volta e già professore a Pavia, morto pochi anni prima (1797). Clemente Tissot trovavasi in villa sul lago ed era capo-chirurgo dell'esercito. I nostri due visitano il naturalista Francesco Huber, fratello di Giovanni, già defunto ed amico di Voltaire.

11 » — Arrivano a Ginevra e sono ospiti di Francesco Monti di Brunate sopra Como, opulento negoziante, amico e coetaneo di Volta, il quale trova da conversare col suo vecchio conoscente Giovanni Sénébier, naturalista e bibliotecario della repubblica di Ginevra, col medico Odier, con Saussure figlio, col chimico Tingry, con De la Rive padre, col fisiologo Jurine,

Digitized by Google

col matematico e fisico Giorgio Luigi Lesage, col chirurgo Maunoir, con Desormes, con Tenant, col chimico Colladon, con De Chateau, con Boissier professore di storia naturale, e col naturalista De Luc.

1801

13 settembre — Speciale sessione di fisica in casa di Sénébièr, dove il Volta spiega l'identità dei fluidi *galvanico* ed *elettrico*. Presso il dott. Odier si raduna la Società di Storia naturale, a cui il Volta ripete le prove del suo Piliere, dando la teoria dei fenomeni che esso produce.

14 » — Si trovano a splendidissimo convito in casa del banchiere Hubest, dove il Volta siede a fianco di madama Necker-Saussure, nipote al gran finanziere Giacomo Necker e consorte a Nicola Saussure, figlio del celebre geologo, entrambi amicissimi di Volta.

17 » — Visitano Giorgio Luigi Lesage quasi ottantenne, luminare di scienza, maestro a Sénébièr, intrattenendosi lungamente in conversazione scientifica. Visitano il Museo di Storia Naturale, assai notevole, di Giovanni Andrea De Luc, poi quelli di Luigi Jurine e di Orazio Benedetto Saussure, il Gabinetto di Fisica di Tingry, la raccolta mineralogica di Boissier, e infine gli stabilimenti industriali. Fanno conoscenza col filosofo Benedetto Prévost, col pittore paesista Pier Luigi de la Rive. Invitati dal Prefetto Eymar e dalla sua signora, vi trovano a palazzo la celeberrima baronessa madama Anna Luigia De Staël-Holstein, figlia del grande uomo di Stato. La sera si fa veglia con intervento delle dame ginevrine della più alta società.

18 » — Volta, invitato ad una riunione di dame ginevrine, le compiace col tener loro una conferenza sul Galvanismo. I nostri due poi vanno ad una gita sul lago fino alla villa Jurine, indi a quella di Tingry.

19 » — Alle ore 3 ant. lasciano Ginevra prendendo la via per Nyon e salendo sul Giura. Passano Nyon e alloggiano nel villaggio di Morez, dove trovansi in compagnia di M. Lambert dottor legale.

20 » — Arrivano e pernottano a Poligny.

21 » — Stazionano a Dôle, bella città sul fiume Doubs.

Digitized by Google

1801

22 settembre — Sostano ad Auxonne, poi, per Genlis, giungono a Dijon.

23 » — Passano Vittaux, Semur, Montbar, patria del grande Buffon, allora già morto da più anni (1788), del quale vogliono vedere la casa.

24-25 » — Passano Auxerre, Joigny, Villeneuve-sur-Yonne, Sens, Villeneuve-la-Guyard, dove sostano.

26 » — Si dirigono a Fontainebleau; dove visitano il castello di Luigi XIV; la sera giungono a Parigi, accomodandosi all'Hôtel de Dijon, rue Notre Dame des Victoires, in due camere da letto e una sala al 2° piano, per 90 franchi il mese.

27-29 » — Visita della grande metropoli.

29 » — Incontrano il loro collega di Pavia prof. ab. Giuseppe Mangili, valente naturalista bergamasco; poi, al Jardin des plantes, Giorgio Leopoldo Cuvier, altro celebre naturalista, professore di Fisica nel Collegio di Francia e d'Anatomia comparata al Giardino stesso.

30 » — Volta scrive al fratello Luigi, informandolo delle cose della città. Con Brugnatelli si presenta poi al conte Francesco Melzi d'Eril, deputato della Cisalpina alla Repubblica francese, ed all'ambasciatore cisalpino Ferdinando Marescalchi. Si recano in casa del chimico Antonfrancesco Fourcroy indi visitano Berthollet ad Arcueil, presso il quale fanno conoscenza col non ancora trentenne Gio. Battista Biot, già autore di belle memorie sul fluido galvanico.

1 ottobre — Recansi col prof. Mangili a visitare il vecchio fisico Renato Haüy, celebre mineralogista. Vanno quindi in casa di Marescalchi, dove trovano l'ottuagenario ab. Giambattista Casti, insieme col duca Serbelloni, col conte Tanzi e col diplomatico bolognese Antonio Aldini, fratello del professor Giovanni.

2 » — Visitano il laboratorio chimico di Fourcroy, dove il Volta convince del contrario coloro che supponevano la esistenza negli animali di un fluido particolare oltre l'elettrico, e il chimico francese chiede a

Digitized by Google

Volta la nota delle sue memorie pubblicate sull'argomento, dal 1792 in poi, per farle tradurre e stampare in Francia.

1801

3 ottobre — Invitati all'Istituto Nazionale di Francia, Volta e Brugnatelli vi si recano per la prima volta. Fourcroy li colloca a sedere negli stalli dei membri dell'Istituto stesso. Il presidente Haúy annuncia che agli Accademici si presentano Alessandro Volta da Fourcroy, e Luigi Valentino Brugnatelli da Guyton. Alla Commissione nominata per rischiarare le questioni sul Galvanismo, composta degli Accademici Fourcroy, Laplace, Hallé, Guyton de Morveau, Charles, Coulomb, Monge, Brisson, Sabatier, Pelletan, Biot e Vauquelin, il presidente aggiunge i nostri due scienziati.

4 » — La mattina, il giovane matematico tedesco Gio. Federico Pfaff, professore all'Università di Helmstaedt e membro corrispondente dell'Istituto di Francia, viene a visitare Volta, per essere direttamente da lui informato sulla questione del Galvanismo. — Sono invitati dal duca Gian Galeazzo Serbelloni. — La sera fanno visita al gran matematico torinese Giuseppe Luigi Lagrange, stabilito a Parigi, dove s'era imparentato coll'astronomo Lemonnier.

5 » — L'astronomo Giuseppe Lalande, settuagenario, si compiace e diletta di conversare coi nostri due, e poi li fa condurre dal suo allievo Burkhardt di Lipsia alla Specola, onde osservarvi il nuovo Quadrante di Gian Carlo Borda, il riformatore dell'arte nautica, morto due anni prima.

6 » — Ricevono le visite dell'ambasciatore di Prussia, marchese Girolamo Lucchesini; poi del generale Luigi Alessandro Berthier, allora ministro della guerra.

7 » — Il ministro dell'interno Giannantonio Chaptal, profondo chimico e fisico, li accoglie nel suo gabinetto particolare e rilascia loro un ordine autografo, con cui visitare qualsiasi stabilimento e farvi ogni sorta d'ispezioni. Anche Carlo Maurizio principe di Talleyrand, ministro degli esteri, rende loro onore. — Assistono a una gran parata militare indetta da Bonaparte; poi alla seduta affollata dell'Istituto Nazionale. La sera, in casa Robertson, fanno sperimenti elettro-galvanici.

Digitized by Google

1801

8 ottobre — Visitano la famosa fabbrica di porcellane di Sévres, avendo già in quel giorno visitata, in un'isola della Senna, la pelletteria del chimico economista Seguin, che li conduce nella sua deliziosa villa.

9 » — Al mattino hanno ritrovo scientifico in casa del medico naturalista Gio. Claudio De La Métherie, dove trovasi pure il celebre fisico ginevrino Marco Augusto Pictet, allievo ed amico di Saussure. Indi, con Marescalchi, si recano a Passy nella villa dell'ambasciatore di Prussia marchese Lucchesini.

» » — Visitano, nel sobborgo di Saint Antoine, la fabbrica delle tappezzerie di carta, un opificio per minio, una fabbrica di cristalli da specchi, e uno stabilimento di porcellane. Poi si recano da Marescalchi.

11 » — Ricevono la visita di Dorez, il quale già conobbe Volta a Pavia nel 1796, dopo l'entrata dei Francesi in Lombardia, dei quali egli era allora capo-sezione per gli spedali militari.

12 » — Sono condotti all'Osservatorio Nazionale dall'astronomo e matematico Pier Francesco Méchain. Visitano il gran Panthéon, costruito sull'area del tempio di S. Genovieffa, all'epoca di Luigi XV, dall'architetto Giacomo Soufflot, decorato in seguito del magnifico frontone, opera del grande scultore Pier Giovanni David d'Angers, e destinato (come il tempio di Santa Croce a Firenze) ai grandi uomini della Francia (18). La sera vanno all'*Opéra*, in via Richelieu.

13 » — Assistono ad una seduta dei membri dell'Istituto Nazionale.

14 » — Radunata di alcuni scienziati all'albergo dove alloggiano i nostri, i quali poi si recano da Robertson, che a sera li diverte colle sue illusioni ottiche delle fantasmagorie e con curiosi scherzi scientifici.

15 » — La Commissione delegata per l'esame della teoria Voltiana radunasi la prima volta in casa di Giacomo Charles, il fisico perfezionatore dei palloni aereostatici di Montgolfier, e data la parola al nostro Alessandro, questi vi fa una dissertazione sui suoi Conduttori ed Elettrometri.

Digitized by Google

1801

16 ottobre — I nostri viaggiatori presenziano alla solenne apertura della Scuola di medicina, dove il ministro Chaptal, dopo i discorsi, distribuisce le medaglie di premio, ricevendo in cambio un bacio d'amicizia da ciascun premiato.

17 » — Intervengono con altri dotti in casa del ministro Chaptal.

18 » — Assistono ad altra seduta dell'Istituto Nazionale.

19 » — Volta informa il fratello Luigi sull'esito della prima seduta della Commissione; poi stende, a richiesta di De la Métherie pel *Journal de Physique* da lui diretto, la Memoria sugli Elettromotori, stampata poi anche in italiano. I nostri visitano con Marescalchi il principe di Talleyrand, poi recansi dal chimico Luigi Guyton-Morveau, dove nel conversare si distingue per la sua cultura e il suo spirito la di lui consorte, presenti altri distinti personaggi; la conversazione si protrae fino a tarda sera.

20 » — Visitano il marchese Lucchesini a Passy.

21 » — Seconda sessione dei Commissari in casa di Charles, ove si fanno sperimenti con una Pila ad amplissimi dischi dell'altezza di dodici coppie, poi rinnovati con altra Pila piccolissima, se ne ottengono gli stessi effetti. — I nostri colleghi si recano ad Arcueil da Berthollet.

22 » — Osservano sulla torre di Montmartre i meccanismi del telegrafo aereo. Visitano la manifattura d'acque minerali del signor Paul, condottivi dal medico napolitano Altumonelli.

24 » — Marescalchi li invita a recarsi d'urgenza da lui per andar insieme dal Capo della nazione; ma il ricevimento non ha luogo per un improvviso contr'ordine di Talleyrand. I nostri si portano da Pictet per dissertare di fisica. Fanno visita a Donna Giulia Beccaria, figlia del filosofo penalista milanese e madre del futuro autore de' *Promessi Sposi*, la quale viveva allora a Parigi separata dal marito Pietro Manzoni.

Digitized by Google

1801

25 ottobre — Terza tornata della Commissione. Guyton Morveau prova a decomporre l'acqua colla Pila, ed alle svariate prove fatte da Volta, que' scienziati si persuadono della somma importanza della nuova scoperta e del vasto orizzonte che le si apre innanzi in riguardo alle sue applicazioni.

26 » — I nostri inseparabili visitano il cospicuo Istituto del Politecnico e i relativi gabinetti; poi da Giovanni Hallé, valente medico-chimico, assai partigiano della scoperta di Jenner e studiosissimo di cose Voltaiche, sono condotti in casa di Luigi Nicola Vauquelin, chimico insigne.

27 » — Volta informa il fratello Luigi che una Commissione, composta dei valenti medici Hallé, Portal, Huzard e Fourcroy, è stata incaricata dall'Istituto Nazionale di esaminare la tesi della inoculazione del vaccino, posta pochi anni prima sul tappeto della scienza dal medico inglese Edoardo Jenner, della quale questione Volta si interessava grandemente e ne favoriva la diffusione come cura preservativa.

28 » — Assistono i nostri a una seduta dell'Istituto Nazionale, e a lungo si trattengono con Beniamino Thompson di Rumford, chimico e fisico americano.

30 » — Passano il giorno in scientifica conversazione con Desormes, Hachette e Léveillé, un chimico, un geometra ed un chirurgo.

31 » — Visitano il negozio di Abramo Luigi Breguet di Neuchatel, famoso meccanico, che mostra loro cronometri a varie fogge di sua fabbricazione.

1 novembre — Vanno dall'altro meccanico Dumotiez, dove esaminano gli apparecchi per la produzione di fuochi artificiali a varii colori, col mezzo di gas differenti. — Insieme con Hallé e Vauquelin si recano in casa di Fourcroy, che già conoscendo il voto della Commissione favorevole a Volta, pure gli serba il segreto.

2 » — Sono a conversazione con Rumford, Svediaur, Desormes, Hachette, Monge e Giuseppe Montgolfier, fratello di Giacomo, decesso due anni prima, ed uno de' famosi inventori de' palloni volanti, il quale lo invita

Digitized by Google

in sua casa, dove osservano una macchina per innalzar l'acqua.

1801

3 novembre Visitano la Biblioteca Nazionale di 500.000 volumi, posta in un superbo edificio con ampio scalone, distribuita in dodici grandi sale. Vi fanno la conoscenza di Luigi Millin, direttore della Biblioteca e conservatore del Gabinetto numismatico e Medagliere, il migliore di tutta Europa, contenendo 96.000 pezzi, di cui 80.000 antichi. — Invitati da Laplace, vi conversano con una società numerosa di dotti.

4 » Volta e Tourdes sono insieme a collazionare e correggere la Memoria sulla identità dei due fluidi elettrico e galvanico, che il primo deve leggere all'Istituto, e l'altro tradurre in francese. Volta e Brugnatelli si recano in casa del galante e spiritoso cavaliere Stanislao marchese di Boufflers, già segretario dell'Accademia di Belle Lettere. Poi visitano il D.r Biron, medico in capo dell'Ospitale degl'Invalidi. La sera sono da Berthollet nella villa di Arcueil.

5 » Mirano sulla piazza delle Tuileries i quattro cavalli di bronzo trasportati da Venezia, tutti i capolavori dell'arte italiana del Louvre, e il Museo dei monumenti francesi. — In casa di Breguet Volta fa conoscenza col figlio di James Watt, di colui che per il primo impiegò il vapore come forza locomotrice, e che Volta medesimo personalmente conobbe vent'anni addietro a Birmingham, dove vide le sue sperienze colle macchine a vapore.

6 » Vengono dal ministro Marescalchi introdotti alla udienza del Primo Console nel palazzo delle Tuileries, dove Bonaparte, in piedi fra gli altri due Consoli Cambacérès e Lebrun, li accoglie. Chiede a Volta del Galvanismo e de' suoi studî sulla elettricità, incoraggiandolo a proseguirne le ricerche, onde giungere a scoprire nuove leggi, e invitandolo a soffermarsi lungamente a Parigi. — Nel pomeriggio Bonaparte manda a Marescalchi un biglietto d'invito a pranzo per Volta, ma il biglietto, fortuitamente, non giunge a Volta in tempo.

7 » Tornata accademica dell'Istituto con intervento di Bonaparte. Volta vi legge la sua Memoria sugli *Elet-*

Digitized by Google

tromotori, seguita da sperimenti. Il Primo Console vuol vedere co' proprî occhi, e colle proprie mani toccare i piccoli strumenti Voltaici. L'impressione che Bonaparte ne riceve è tale, che colma d'elogi il massimo Fisico e propone, seduta stante, che gli venga decretata una medaglia d'oro; indi egli stesso improvvisa un discorso sulle diverse forme dell'*Elettromotore*.

1801

8 novembre — Con Baldassare Giorgio Sage, fondatore e direttore della Scuola delle miniere, i due colleghi nostri visitano l'Hôtel de la Monnaie, di cui è direttore Sage medesimo; indi si recano da Tourdes.

9 » — Assistono alla solenne celebrazione della Pace (18 brumaio), poi visitano parecchi laboratori e manifatture.

10 » — Volta scrive al fratello Luigi, parlandogli dei vantaggi della inoculazione del vaccino. Egli e Brugnatelli sono a conversazione in casa del vecchio fisico Giorgio Luigi Lesage.

11 » — Il Volta tiene, al Liceo Nazionale, davanti a un pubblico affollato di signore, signori e popolani, una conferenza sperimentale de' suoi ultimi studî.

12 » — Volta e Brugnatelli, in compagnia di Hachette, vanno all'Istituto delle Arti, grandioso stabilimento di macchine. A ore 5 pomerid. si apre la sessione all'Istituto Nazionale, presente Bonaparte col ministro Chaptal, e Volta vi legge la Memoria sull'identità dei due fluidi elettrico e galvanico. Dopo tale lettura il Primo Console vuol vederne gli sperimenti colla Pila, traendone scintille, bruciando un filo d'acciaio, promuovendo lo sparo della pistola, decomponendo l'acqua, ecc.

13 » — Visitano madama Manzoni-Beccaria.

16 » — Sono condotti da Tourdes all'Ospizio degl'Invalidi, fondato da Luigi XIV. Usciti dagl'Invalidi visitano lì presso i *forni Rumford*, da questo celebre americano messi in funzione per le cucine economiche da lui inventate per la filantropica idea del risparmio.

Digitized by Google

1801

21 novembre — Per invito di Lalande presenziano l'apertura delle Scuole del Collegio di Francia, dove Lalande pronuncia un discorso sulle scoperte astronomiche, segnalando quella del pianeta Cerere, scoperto da Giuseppe Piazzi (19), che egli propone sia denominato dal nome dello scopritore, ed avverte altresì essere tempo di abolire il decadario francese, *che sa di barbarismo*, per seguire il calendario delle altre nazioni civili.

22 » — Visitano la fabbrica di M. Lange, costruttore di *Argand* (così detti dal nome dell'inventore Amato Argand, allora ancor vivente), fornitissima di lampade e lucerne per l'illuminazione pubblica e privata. Si recano quindi alla seduta dell'Istituto Nazionale, presente sempre Bonaparte, e il Volta vi tratta di nuovo le sue sperienze. Il Primo Console l'interroga sopra alcuni punti della pubblica istruzione.

23 » — Fanno conoscenza cogli editori Didot, iniziatori in Francia della stampa su carta velina e della stereotipia. Volta attinge da loro alcune informazioni che in fatto di libri gli bisognavano. — Si accorda col signor Trombetta, spedizioniere comasco a Parigi, e coi banchieri Geissler e Jourdan per l'acquisto e spedizione di macchine e strumenti fisici occorrenti al Gabinetto pavese. — Volta e Brugnatelli assistono ad una sessione del Corpo legislativo, nella quale, parlandosi della pace, fu eletta una deputazione, sotto la presidenza del filosofo ed erudito Carlo Francesco Dupuis, per felicitarne il Primo Console. Sono ospitati dal celebre medico Svediaur, dove ammirano la ricca biblioteca, gli stromenti medico-chirurgici, fra cui una macchinetta per far respirare i vapori d'acqua calda e di etere agli infermi.

24 » — Sono convitati dallo spedizioniere comasco Trombetta.

25 » — Sono condotti da Marescalchi a visitare i due Consoli minori dello Stato, il giurista Giangiacomo Régis de Cambacérès e il letterato-finanziere Carlo Francesco Lebrun.

26 » — Sono invitati da Breguet, presso il quale trovano Giuseppe Montgolfier. — Si recano quindi a vedere la fontana che serve alla depurazione dell'acqua fetida,

Digitized by Google

e Volta ne indovina preventivamente i principî, cioè carbone e sabbia.

1801

27 novembre Per invito di Guyton intervengono, ad ore 11 ant., all'apertura della Scuola Politecnica (20). Nel pomeriggio assistono ad una seduta dell'Istituto Nazionale. La sera si raccolgono nelle sale del patologo-anatomico Barone Antonio Portal, insieme con molte signore e col cardinal Caprara di Bologna, allora Nunzio a Parigi, poi Arcivescovo di Milano e capo del clero italiano all'incoronazione di Napoleone Bonaparte (21).

30 » I Commissari si radunano la mattina per l'ultima volta in casa di Charles, presenti fra gli altri Laplace, Coulomb, il giovine Biot, e Gaspare Monge, l'insigne fondatore della Geometria descrittiva. Si ripetono le sperienze dei due metalli posti a contatto e se ne ottengono segni elettrici; costruiscono quindi una Pila e la sperimentano in diverse maniere. — La sera, i due inseparabili sono da Robertson, in casa del quale si radunano molti de' Commissari, ed il Volta conferma con altre sperienze la straordinaria potenza ed efficacia del suo Elettromotore.

2 dicembre In casa di Baldassare Giorgio Sage ammirano il rinomato Gabinetto mineralogico ed il Laboratorio. Sessione dell'Istituto Nazionale, ultima per le teorie Voltiane. Biot vi legge la memorabile Relazione dei Commissari delegati per le sperienze sul Galvanismo, in seguito alla quale l'assemblea emette questa laconica risposta: « La Classe approuve le rapport et en adopte les conclusions », accogliendo unanime la proposta fatta da Bonaparte di onorare il grande Fisico italiano con una medaglia d'oro « come testimonianza (dice il Verbale) della soddisfazione dell'Accademia per le belle scoperte onde ha arricchita la teoria della elettricità, e come prova della sua riconoscenza per avergliele comunicate ». La medaglia d'oro, contrariamente alle leggi ed usi di quell'Accademia (la prima del mondo), fu assegnata a Volta. Così fu completo il suo trionfo, sanzionato dal voto della Commissione, coronato da un presente di L. 6.000 da parte del Primo Console, da un annuo assegno di L. 3.000 sul vescovado di Adria (approvato poi anche da Pio VII), dalla nomina a socio dell'Istituto fra i soli otto stranieri che

Digitized by Google

vi si potevano ammettere, e dalla elezione a far parte del Congresso di Lione.

1801

3 dicembre — Volta e Brugnatelli ricevono la lettera di nomina alla Consulta di Lione. — Si recano a salutare madama Beccaria in casa di Carlo Imbonati.

4 » — La mattina per tempo lasciano Parigi prendendo la via di Lione.

8 » — Arrivano a tarda sera a Lione, dopo 5 giorni e 58 poste: scendono all'Hôtel du Nord in riva al Rodano e vicino all'Hôtel de Ville, dove si sta preparando l'alloggio a Bonaparte, non lontano dal già Collegio de' Gesuiti, ove devono tenersi i Comizî, ai quali i nostri erano deputati non quali professori dell'Università, ma quali notabili.

11 » — Lettera del ministro Chaptal a Volta in Lione indirizzandogli il Decreto dei Consoli della Repubblica francese in data 8 dicembre 1801, con cui si gratifica Volta di L. 6.000, quale Decreto è firmato da Bonaparte, Cambacérès e Lebrun.

18 » — Perviene a Volta in Lione la citata lettera di Chaptal col Decreto Consolare.

1802

11 gennaio — Arrivo di Bonaparte a Lione pei Comizî.

12 » — Il Primo Console riceve in visita i deputati, tra cui Volta.

. . . . . — Gio. Natale Hallé pubblica nel *Bollettino della Società Filomatica* (anno X, n. 58) una compendiosa esposizione delle principali sperienze ripetute da Volta in presenza della Commissione delegata dall'Istituto Nazionale, e vi pone a corredo una tavola di 8 figure di Elettrofori, Condensatori, Elettromotori, Pile a colonna; ma non Pila a corona di tazze, quale forma, egli dice, è a tutti nota.

3 agosto — Gian Domenico Romagnosi stampa un suo articolo col titolo: « Influenza della Pila sopra l'ago magnetico liberamente sospeso », (Nel giornale politico di Trento:

Digitized by Google

Ristretto dei Foglietti universali). Assai più tardi, e cioè il 21 luglio 1820, venne alla luce la scoperta di Gio. Cristiano Oersted, celebre fisico danese, segretario della R. Accademia delle Scienze a Copenaghen, dell'azione tra la corrente elettrica della Pila e i corpi magnetici, donde nacque l'elettro-magnetismo (22).

1803

. . . . . Napoleone Bonaparte, vedendo nella Biblioteca dell'Istituto Nazionale di Parigi scritto in mezzo a una corona d'alloro: AU GRAND VOLTAIRE, raschia le ultime tre lettere, lasciando solo: AU GRAND VOLTA (23).

1804

26 giugno Volta domanda al Ministro dell'interno la sua onorifica giubilazione, avendo compiuto trent'anni di servizio in qualità di professore.

. . . . . Egli è sollevato dalle cure dell'insegnamento a Pavia, essendogli sostituito nella cattedra di Fisica sperimentale il barnabita prof. Pietro Configliachi, milanese.

1805

7 maggio Napoleone re d'Italia, visitando l'Università di Pavia (24) ed esprimendogli Volta il desiderio di ritirarsi dall'insegnamento, gli dice: « Un bravo soldato deve morire sul campo ».

22 giugno Volta, trovandosi a Bologna e visitando l'imperatore Napoleone, questi gli ripete la frase dettagli a Pavia.

26 agosto È da Napoleone nominato Membro della Legion d'onore, e Lacépède gli manda l'insegna dell'Aquila.

1806

1 maggio Napoleone ascrive il Volta nel numero de' Cavalieri dell'Ordine Reale Italiano della Corona di Ferro, ed il ministro Marescalchi ne dà comunicazione diretta allo stesso Volta, mentre il Tesoriere dell'Ordine Antonio Aldini gli dichiara aperto il pagamento del relativo onorario con decreto del 7 giugno.

giugno Compila la sua *Memoria sulla formazione della grandine*, la quale fa seguito alle sue lettere dirette al prof. Lichtenberg di Gottinga, dicendo esso Volta di aver ripreso il lavoro interrotto da 16 anni.

1808

18 gennaio Volta accetta di far parte della Commissione d'ornato presso il Municipio di Como.

Digitized by Google

1808

settembre — Si trova a Bologna presso l'Istituto Nazionale Italiano, dove s'intrattiene in conversazioni scientifiche col cav. Araldi, segretario dell'Istituto stesso.

1809

19 febbraio — È creato Senatore del Regno da Napoleone.

1810

2 aprile — Viene inaugurata in Como una Società di scienze, lettere ed arti, fondata dal Podestà Giampietro Porro, col concorso di Volta, Giovio, Vismara, Prefetto del Dipartimento del Lario, e di parecchi distinti comaschi, essendone eletto quale primo conservatore il Volta medesimo.

11 ottobre — Napoleone, con suo decreto, nomina Volta Conte del Regno d'Italia, con titolo trasmissibile alla discendenza diretta per ordine di primogenitura.

1812

. . . . . — È fatto presidente del Collegio Elettorale del Lario.

1814

20 aprile — Nel tumulto politico di Milano, terminato collo strazio del ministro Prina e colla entrata degli Austriaci, Volta può a stento uscir salvo dall'aula senatoriale. Montando in carrozza è fatto oggetto a contumelie, pugni, puntate d'ombrello, venendo segnato a dito come partigiano di Francia. A corsa di cavalli si salva a Mosino presso Como, nella villa de' Conti Mugiasca, dove, per alcun tempo, vive nascosto. Il governo austriaco lo nomina poi direttore degli studi filosofici all'Università di Pavia.

. . . . . — Giovita Garavaglia, sotto la direzione del cav. Giuseppe Longhi (il ristoratore della Scuola d'intaglio in Lombardia ed amicissimo di Volta) incide il ritratto del nostro Fisico, sottoponendogli l'iscrizione dettata dal prof. Configliachi: ALEXANDER VOLTA -- IN RE ELECTRICA PRINCEPS – VIM RAIAE TORPEDINIS MEDITATUS – NATURAE INTERPRES ET AEMULUS.

1815

6 gennaio — Volta manda al can. Giacomo Ciceri la sua professione di fede cattolica.

1816

. . . . . — Vincenzo Antinori di Firenze raccoglie le opere di Volta e le fa stampare in cinque tomi da Guglielmo Piatti, dedicandole al Granduca di Toscana Ferdinando III e ponendo in fronte al I tomo un ritratto di Volta inciso da Raffaele Morghen.

Digitized by Google

1819

. . . . . Volta ritirasi a vita privata, dividendo la sua gloriosa pace fra Como e Camnago.

1823

28 luglio Donna Teresa Peregrini s'accorge che al marito facevasi balbuziente la favella, per cui gli fa subito somministrare un salasso, onde prevenire un colpo apopletico. Così il sommo Fisico fu salvo.

1824

. . . . . Il can. Angelo Bellani fa pubblicare a Milano, presso la tipografia Manini, la *Memoria sulla formazione della grandine*, compilata da Volta nel giugno 1806.

1827

5 marzo Nei primi giorni Volta è sorpreso da una febbriciattola, che va aggravandosi. Confortato coi Sacramenti della confessione ed estrema unzione, a ore 3 ant. del giorno 5, quasi d'improvviso muore (25). — Nel giorno stesso Giovanni Pedraglio di Coloniola fa il disegno per la incisione del ritratto.

7 » Gli sono celebrati in S. Donnino solennissimi funerali e il prof. Luigi Catenazzi ne dice l'orazione funebre. Fu portato a seppellire nel Cimitero di Camnago, poco lontano da Campora, dove il grand'uomo solea villeggiare, e fu tumulato in piena terra, distinguendo la fossa con una croce in legno avente la scritta: QUI GIACCIONO LE SPOGLIE DEL CONTE CAV. ALESSANDRO VOLTA TOLTO AI VIVI ALLI 5 MARZO 1827, D'ANNI 82.

1827

23 marzo Il Consiglio Comunale di Como decreta la somma di L. 30.000 per un monumento pubblico al grande concittadino, e per la coniazione di una medaglia.

. . . . . Il Comune di Como, volendo onorare il Volta con una iscrizione da collocarsi nel palazzo comunale, ne incarica l'ab. Pietro Giordani, che detta la seguente, non mai stata eseguita: ALESSANDRO VOLTA – NACQUE IN COMO A' XVIII FEBBRAIO MDCCXLV – IL CONSIGLIO COMUNALE – FECE SCOLPIRE DURABIL MEMORIA DEL GIORNO – CHE TUTTI I SECOLI VORRANNO SAPERE – MDCCCXXVII.

. . . . . Carlo Zardetti pubblica a Milano, per le stampe della Società Tipografica de' Classici Italiani, la Re-

Digitized by Google

lazione di Volta sul suo viaggio fatto nella Svizzera l'autunno del 1777.

1828

. . . . . Il Conte Gio. Battista Mugiasca, nella sua villa di Pizzo, fa porre alla memoria del suo amicissimo Volta un monumento colla epigrafe: ALEXANDER VOLTA - TANTO NOMINI NULLUM PAR ELOGIUM.

1829

. . . . . Si pubblica la vita di Volta scritta da Tomaso Bianchi, coll'aggiunta del Carme in morte del Volta (Como, coi tipi di C. Pietro Ostinelli) cui è premesso il ritratto, delineato da Pagani ed eseguito in Milano dalla litografia Vassalli; in fine la tavola dei disegni delle tre medaglie conferite a Volta dalla Società Reale di Londra e dall'Istituto di Francia.

1831

5 marzo Anniversario della morte di Volta: si dissotterrano le ossa di lui nel vecchio Cimitero di Camnago a destra della strada, e si ripongono nel nuovo Cimitero costruito a sinistra, in mezzo al quale la famiglia Volta avea fatto erigere l'elegante tempietto rotondo che porta un busto scolpito da Gio. Battista Comolli e la scritta: AD ALESSANDRO VOLTA – LA VEDOVA E I FIGLI.

novembre Nei primi giorni il prof. Configliachi fa porre nella Scuola o Teatro di Fisica in Pavia un busto al naturale in marmo di Carrara, lavoro di Gio. Battista Comolli, colla iscrizione da lui composta e già retro indicata.

1832

7 dicembre Si inaugura nell'aula dell'I. R. Liceo di Como il busto di Volta, scolpito da Gaetano Monti di Ravenna, donato dal prof. Francesco Mocchetti, che vi legge il discorso (26).

1834

. . . . . Si pubblicano a Pesaro, dalla tipografia Nobili, 57 lettere di Volta raccolte da Giuseppe Ignazio Montanari.

22 settembre Il Governatore della Lombardia Conte d'Hartig pone in Como, nella piazza Aliasca o Iasca, la prima pietra del monumento ad Alessandro Volta, deliberato dal Consiglio municipale.

1838

15 agosto Si celebra in Como l'inaugurazione del Monumento Volta in piazza Aliasca, che assume il nome di Piazza

Digitized by Google

Volta. La statua, in marmo di Carrara, opera di Pompeo Marchesi di Saltrio, fu posta sopra un'alta base di pietra avente da un lato l'iscrizione di C. Cantù: A VOLTA – LA PATRIA – AN. MDCCCXXXVIII. — Sugli altri lati si vedono scolpiti gli strumenti fisici inventati dal Volta. Per questa occasione si distribuisce una medaglia commemorativa che il Municipio fece appositamente coniare da F. Putinati, col ritratto di Volta nel dritto, e nel rovescio la iscrizione: ARCANIS NATURAE – DETECTIS – SIMULACRUM – IN FORO PATRIAE DEDICATUM – AN. MDCCCXXXVIII. — Sotto sta una Pila.

1847

. . . . . I figli di Alessandro Volta, Zanino e Luigi, riedificano la casa avita in contrada di Porta Nuova al n. 10, riducendola a forma più elegante, ma conservando intatta la camera dove il gran Fisico inventò la Pila.

1848

10 agosto Rientrati in Como gli Austriaci e sequestrate ai cittadini, sotto pena del capo, tutte le armi da fuoco e da taglio, i figli di Volta chiedono grazia per la spada data al loro padre da Napoleone, quando lo creò Cavaliere della Legion d'onore. Reichenau, comandante con poteri militari, risponde di proprio pugno ai chiedenti: «È giusto! tenetevi la spada».

1852

. . . . . La Repubblica francese incarica lo scultore Lauzas di Parigi di eseguire un busto di Volta, il quale fu poi riprodotto in metallo da Gueyton, col metodo galvanoplastico.

1859

. . . . . Il nob. D. Claudio Riva acquista alcuni mobili di Alessandro Volta, fra i quali il tavolo di marmo con gambe dorate, su cui dicesi fosse composta la Pila.

1861

23 settembre Il R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere dirama una circolare, nella quale fa caldo appello agli Italiani, onde concorrano, mediante sottoscrizioni ed offerte, a formare la somma di L. 100.000 occorrente all'acquisto dei cimelî voltiani, onde questi vengano, a perpetuo onore, conservati all'Italia.

7 novembre Seduta straordinaria del Consiglio Provinciale di Como per deliberare sulla proposta dell'Istituto Lombardo, la quale è accolta col votare la cospicua somma di L. 20.000.

Digitized by Google

1861

18 novembre — Il Consiglio Comunale di Como vota L. 4.000 per concorrere anch'esso nell'acquisto dei suddetti cimelî.

1862

febbraio — I Consigli Provinciali di Napoli, di Livorno e di Forlì stanziano somme per lo stesso scopo.

marzo — Il Re Vittorio Emanuele concorre col proprio in L. 3.000 per detto acquisto.

. . . . . — La casa Volta passa in proprietà del signor cav. Carlo Pizzala, ed il Comune, dietro proposta del Consiglio Provinciale Scolastico, fa porre sulla casa stessa questa iscrizione: ALESSANDRO VOLTA – NACQUE, VISSE E MORI – IN QUESTA CASA AVITA – DAI FIGLI RISTAURATA – IL MUNICIPIO POSE L'ANNO 1862. Quale iscrizione fu poi cambiata coll'altra attualmente esistente: FU QUESTA – L'AVITA CASA – DI ALESSANDRO VOLTA – IL MUNICIPIO P.

1863

settembre — L'artista Alessandro Rinaldi, professore di pittura in Milano, espone a Brera un suo ritratto di Volta, poi acquistato dalla Casa Reale e posto nel Palazzo di Milano.

1864

20 maggio — Il Parlamento italiano vota la somma di L. 26.000 per compire quella di L. 100.000 stabilita per l'acquisto dei cimelî di Volta, avendo concorso a formare tal fondo anche Mantova, Verona, Venezia e molte Provincie e Comuni d'Italia.

7 agosto — È inaugurata solennemente presso l'Istituto Lombardo, nel Palazzo di Brera in Milano, la *Sala Volta*, dove furono ordinati i cimelî voltiani. Il Presidente dell'Istituto, cav. Verga, ne fa il discorso, seguìto dalla relazione del prof. Magrini.

1865

maggio — Il Liceo di Como, essendo preside il prof. cav. Giuseppe Brambilla, viene denominato *Liceo Volta*.

1871

. . . . . — Il pittore Giuseppe Bertini, professore dell'Accademia di Belle Arti in Milano, eseguisce nella villa Ponti presso Varese, un magnifico affresco rappresentante il Volta che spiega la Pila in presenza di Bonaparte.

Digitized by Google

1875

30-31 marzo — Si procede al riconoscimento dei resti di A. Volta esistenti nella cella mortuaria sotterranea del Mausoleo stato eretto nel Cimitero di Camnago-Volta; riposti in nuova cassa, la vecchia è consegnata al Civico Museo di Como, quale prezioso ricordo.

1876

. . . . . — Alla Esposizione di Bruxelles il signor Alberto Prosdocimi, artista veneziano, espone un suo quadro miniato, rappresentante una Apoteosi del Volta, colla scritta a grandi caratteri d'oro: *L'enfance de la Pile Voltaïque*.

1878

28 aprile — S'inaugura alla Università di Pavia il monumento a Volta, opera del comm. Tantardini e dono del cav. C. F. Nocca. Il comm. prof. Giovanni Cantoni ne legge il discorso.

1888

. . . . . — La contrada e barriera di Porta Nuova in Como vengono denominate *Via* e *Barriera Alessandro Volta*. — La casa, dove nacque il Volta, vien distinta col civico n. 50, conservata la lapide commemorativa.

1897

. . . . . — Il comm. Bertini eseguisce un altro suo quadro, il cui soggetto è Volta che all'Istituto di Francia mostra la Pila al Primo Console. Questa tela fu acquistata dal conte comm. Leonetto Ottolenghi.

1899

maggio-ottobre — Como celebra il primo centenario dalla invenzione della Pila, mediante una Esposizione internazionale di Elettricità congiunta con quella della nostra industria serica e con altre. Fra esse ha parte importante la Mostra speciale de' Cimelî Volta.

Como 1899.

F. Fossati.

Digitized by Google

Digitized by Google

SEGUITO DELLE EFFEMERIDI

1899
8 luglio

Incendio dell'Esposizione di Como, nel quale purtroppo va perduta la maggior parte dei Cimelii di Volta costituiti dagli strumenti che formavano il suo Gabinetto privato di fisica. I resti sono poi riuniti e conservati nel Museo Civico di Como.

I Manoscritti del Volta, che costituiscono l'eredità degli scritti lasciata da lui, furono risparmiati dalla distruzione, non avendo il R. Istituto Lombardo, presso il quale questi manoscritti si conservano, permesso che essi venissero mossi dalla propria sede.

Con magnifico slancio del Comitato, della Cittadinanza di Como e degli Espositori, l'Esposizione viene riedificata in quindici giorni.

1899
23 settembre

Primo Congresso Nazionale degli Elettricisti convocato in Como pel Centenario della invenzione della Pila dalla *Associazione Elettrotecnica Italiana* della quale era allora Presidente Generale l'On. Ing. Prof. Giuseppe Colombo.

In seguito ad una relazione del Prof. Alessandro Volta Junior, nipote del Grande Fisico, il Presidente Generale dell'A. E. I. ed il Socio Augusto Righi propongono il seguente ordine del giorno votato alla unanimità:

Il I Congresso Nazionale degli Elettricisti fa voti che il Governo voglia prendere in benevola considerazione la opportunità di riunire in un'unica pubblicazione tutte le opere di Alessandro Volta, continuando così

Digitized by Google

l'iniziativa da lui presa colla pubblicazione delle opere di Galileo (1).

1902
2 maggio — Il R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere dà incarico al nipote del Grande Fisico, il Prof. Alessandro Volta, di riordinare le carte Voltiane.

1903
. . . . . Il Ministro Carcano, tenendo conto del voto degli Elettrotecnici, e di quello emesso dalla Sezione VIII del Congresso di Scienze Storiche, radunato a Roma in questo anno, dà incarico alla R. Accademia dei Lincei, ed al R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere di curare la redazione dell'Edizione Nazionale delle opere di Volta, stabilendo anche il contributo governativo alle spese.

1909
4 ottobre — Il Ministro del Tesoro comunica alla Presidenza del R. Istituto Lombardo l'approvazione della Convenzione definitiva per la preparazione dell'Edizione Nazionale delle opere di Volta costituendo una apposita Reale Commissione così composta:

per la R. Accademia dei Lincei: *Sen. Pietro Blaserna* e *Sen. Vito Volterra*;

per il Reale Istituto Lombardo: *Sen. Giovanni Celoria*, *Prof. Alessandro Volta junior*, *Prof. Carlo Somigliana*, *Prof. Andrea Naccari*.

Questa R. Commissione per l'Edizione Nazionale delle Opere di A. Volta, stipula la convenzione per la stampa dell'Edizione Nazionale, coll'Editore Ulrico Hoepli di Milano.

1917
dicembre — Esce il *I°* *Volume* dell'Edizione Nazionale, ordinato e curato per incarico della Commissione dal Dottor Adolfo Sozzani e dal Prof. Luigi Volta, pronipote del Sommo Fisico.

1922
dicembre — Per le condizioni eccezionali del dopo guerra, molteplici difficoltà ritardano il lavoro di preparazione dei successivi volumi. Essendo defunti nel frattempo i Senatori P. Blaserna e G. Celoria, su proposta del R. Istituto Lombardo e della R. Accademia dei Lincei, la Commissione viene ricostituita come segue:

(1) Vedi Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (A.E.I.): Vol. III - Dicembre 1899.

Digitized by Google

per la Reale Accademia dei Lincei: *il Presidente della R. Accademia, Prof. Gino Loria, Prof. Andrea Naccari, Prof. Carlo Somigliana, Sen. Vito Volterra*;
per il Reale Istituto Lombardo: *il Presidente del R. Istituto, Prof. Francesco Grassi, Prof. Giacinto Motta, Prof. Sen. Michele Scherillo, Prof. Luigi Volta*;
per la Reale Accademia di Torino: *Prof. Alfredo Pochettino.*

In questo anno 1922 la R. Commissione chiede ed ottiene dal Ministero dell'Istruzione Pubblica, che il Prof. Francesco Massardi sia comandato presso il R. Istituto Lombardo onde possa dedicare per intero l'opera sua alla preparazione dei Volumi dell'Edizione Nazionale.

1923

. . . . . Esce il IIº Volume dell'Edizione Nazionale, che era stato ordinato e curato dal Dott. A. Sozzani, defunto prima della stampa, e dal Prof. L. Volta.

1926

gennaio — Esce il IIIº Volume dell'Edizione Nazionale, ordinato e curato dal Prof. Francesco Massardi.

1927

30 gennaio — Esce il IVº Volume dell'Edizione Nazionale ordinato e curato dal Prof. Francesco Massardi.

Il Volume Vº è in corso di stampa, e si possono ritenere terminati gli studii per la preparazione del VIº Volume, ultimo dell'Edizione Nazionale. Ambedue questi Volumi verranno pubblicati entro l'anno.

5 marzo — Primo Centenario della morte di Alessandro Volta. Esce il presente Volume: L'**Opera di Alessandro Volta,** a cura dell'*Associazione Elettrotecnica Italiana* curato dal Prof. Francesco Massardi.

Per gentile concessione della Commissione Reale vi trovano posto alcuni scritti scelti fra quelli che saranno inclusi nel Vº e VIº Volume, ultimi dell'Edizione Nazionale, che sono in corso di pubblicazione.

maggio a ottobre — Como, patria di Alessandro Volta, celebrerà la ricorrenza del Iº Centenario della morte del suo Grande Figlio con una serie di manifestazioni Voltiane organizzate da apposito Comitato sotto l'alto Patronato di S. M. il Re; Presidenza Onoraria di S. E. Mussolini; Presidenza del Comitato Esecutivo Senatore Guglielmo Marconi.

Digitized by Google

All'*Associazione Elettrotecnica Italiana* è affidata la consulenza tecnica dell'organizzazione delle manifestazioni tecnico-scientifiche concretate nell'Esposizione Internazionale delle Comunicazioni Elettriche e Nazionale delle Industrie Idroelettriche e nei Congressi scientifici fra i quali importantissimo quello mondiale di Fisica e quello della Commissione Elettrotecnica Internazionale che in Como, svolgendo i loro lavori, celebreranno solennemente ALESSANDRO VOLTA.

I. G. C.

5 Marzo 1927.

Digitized by Google

NOTE ALLE EFFEMERIDI

(1) Ecco testualmente l'attestato di battesimo, cavato dai registri della Parrocchia di S. Donnino in Como (V. *Registrum Baptizatorum ab anno* 1726 *ad annum* 1779 *Ecclesiæ S. Domnini*):

Anno Domini Millesimo Septingentesimo Quadragesimo quinto die decimanona Februarii. Ego Praepositus Moiana baptizavi Infantem HERI natum ex Ill.is DD. Filippo Volta, et D.a Maria Magdalena Inzaghi Jugalibus huius Curae, cui impositum fuit nomen ALEXANDRI Iosephi Antonii Anastasii. Patrinus fuit Ill.us D. Ioseph Mugiasca q. Ill.mi D. Iacobi ex hac Paretia.

Il padre del nostro Alessandro era nato il 6 febbraio 1692 da Don Giovanni Volta Decurione e Donna Anna Stampa; si ammogliò con la contessa Maddalena Inzaghi del vivo Giuseppe, nel giorno 8 settembre 1733, e ne ebbe i seguenti figli: Giovanni Battista, nato il 30 settembre 1734, canonico della cattedrale, † l'8 luglio 1809, Maria Anna Cecilia, nata l'8 dicembre 1735, † 17 luglio 1736; Maria Anna Giovanna Francesca, nata il 2 aprile 1738, † 5 luglio 1765; Giuseppe Alessandro, nato il 9 settembre 1739, frate domenicano; Luigi Stanislao Maria, nato il 13 novembre 1740, arcidiacono della cattedrale, † 14 gennaio 1809; Nicola Antonio, nato il 13 maggio 1742; *Alessandro* Giuseppe Antonio; Maria Chiara Caterina, nata il 9 giugno 1749, † due giorni dopo; un'altra Chiara, maritata al Conte Lodovico Reina il 2 ottobre 1768. Il padre Filippo morì tra il 1749 e il 1756, non essendosi potuto accertare nè il luogo nè l'anno. La madre Maddalena Inzaghi morì di 68 anni il 28 ottobre 1782, e fu sepolta in S. Giovanni Pedemonte, nel vecchio sepolcro della famiglia Volta.

(2) Fra i compagni di Volta, che in quest'Azione rappresentò la parte di Uranio figurano i suoi condiscepoli Don Abbondio Gattoni retorico, fratello minore di Giulio Cesare che diventò canonico e amicissimo del Volta, e Iacopo Rezia umanista, di Menaggio, il futuro grande anatomico e chirurgo dell'Università pavese, che poi sposò una cugina di Volta.

(3) Bisogna notare che l'elettricismo era già entrato nel dominio del pubblico fin dalla metà del secolo XVIII, mercè i parafulmini scoperti da Franklin e la invenzione della bottiglia di Leida dovuta al fisico Musschenbroek.

(4) Con questa ingegnosa Pistola il canonico Gattoni si esercitava in curiose sperienze, divertendosi a fare ingrate sorprese agli amici, sia nella sua casa in Como, sia nella sua villa a Maccio; scherzi toccati anche allo stesso inventore.

(5) Detto fucile venne, per opera di valenti meccanici tedeschi, costruito a Vienna e forniva per ogni carica da 50 a 60 colpi, colla veemenza dei fucili a polvere.

(6) Pfiffer morì nel 1802, senza aver terminato quel suo grande rilievo.

(7) Nel 1779 fu costruito in Italia un esemplare della Lucerna Volta dall'ab. Giuseppe Re, abile macchinista della Università di Pavia, per il Gabinetto di fisica che milord Cowper manteneva a Firenze, e così s'inventava la illuminazione a gas.

(8) Voltaire morì pochi mesi dopo questa visita. Egli prediligeva il soggiorno di Ginevra per il suo bel clima e per essere l'asilo dei più cospicui luminari delle scienze e delle lettere.

(9) Benchè la patata sia stata portata fin dal 1565, da Santa Fè nell'Argentina in Italia, tuttavia ne fu sempre trascurata la coltivazione, e perciò era assai poco nota. Il nostro Volta la piantò ne' suoi campi di Camnago e di Lazzate, contribuendo così alla sua diffusione.

Digitized by Google

(10) Volta occupò questa cattedra per trentacinque anni.

(11) Nel 1805 Humbold e Gay-Lussac ritennero questo stromento il più esatto fino allora conosciuto.

(12) Gli furono compagni in questa scientifica escursione il can. don Serafino Volta mantovano, custode del Gabinetto di Storia Naturale della R. Università di Pavia, il cav. march. Pompeo Cusani e l'ab. Don Carlo Amoretti.

(13) Franklin e Volta, i due più grandi elettricisti di quel tempo.

(14) Discorre di questa teoria in più scritti dal 1794 al 1798, massime nelle lettere a Vassalli, ad Aldini nipote dello stesso Galvani, e nella prima lettera diretta nel 1796 a Gren di Halla.

(15) Questo è il certificato di matrimonio, tolto dai registri parrocchiali del Duomo:

Anno Domini millesimo septigentesimo nonagesimo quarto die vero vigesima secunda mensis Septembris praemissis trinis consuetis Proclamationibus tam in hac Cathedrali, quam in Eccelsia Parrocchiali S. Domnini Comi ad quam pertinet Sponsus tribus consecutivis diebus festivis tempore Missae magno adstantis Populi concursu, quarum prima facta fuit die trigesima prima Augusti immediate antecedentis quae fuit Dominica duodecima post Pentecosten: Secunda vero die septima Septembris, quae fuit Dominica decimatertia post Pentecosten; Tertia demum die octava eiusdem mensis, quae fuit Festum Nativitatis B. M. V. uti ex attestationibus respectivis mihi exhibitis, et in hoc Parrocchiali Archivio adservatis, nulloque detecto canonico impedimento Ill. mus Dnus Don Aloisius Volta Archidiaconus huius Cathedralis Ecclesiae a me Can.co Aloisio de Baliaca Coad.re huius Paroetiae S. Mariae Cathedralis specialiter delegatus in Ecclesia Filiali S. Provini interrogavit Nob: Dnum Don Allexandrum Volta Patritium Novocomensem, Decurionem huius Civitatis, et in R. Ticinensi Universitate Professorem fil: q.m Nob: D.ni Philippi habitantem sub Paroetia S. Domnini; et Nob: Don.am Theresiam Peregrini filiam q.m Nob: Dni Don Ludovici huius Paroetiae ambo aetate maiores, eorumque mutuo consensu habito per verba de praesenti solemniter matrimonio conjunxit praesentibus Ill.mis Dnis Cononicis hujus Ecclesiae Cathedralis Don Flaminio Rezzonico Equite Hierosolimitano fil: q.m Comitis Io: Pauli Paroetiae S. Augustini Comi fortis, et Don Carolo Martignoni fil: q.m Nob: Dni (Caroli Francisci) *ex Paroetia S. Domnini, necnon Ill.mo Dno Comite Ludovico de Rejna fil: q.m Dni Don Iosephi hujus Paroetiae testibus notis, et idoneis, et ad id vocatis: Deinde in Missae celebratione eis benedixit.*

Con questo matrimonio il nostro Alessando s'imparentò col conte Nicolò della Porta, che il 6 ottobre 1766 sposò Colomba Peregrini; col nob. Paolo Canzi, che il 30 settembre 1777 si ammogliò con Francesca Peregrini; col nob. Ignazio Martignoni, che tolse in moglie Marianna Peregrini il 3 ottobre 1791, e col conte Antonio Barni Corradi di Lodi, che il 30 aprile 1793 si unì con Cecilia Peregrini, la quale, rimasta vedova, si accasò il 10 gennaio 1805, col conte Carlo Monticelli di Crema; queste consorti erano tutte sorelle germane di Teresa. Dal connubio di questa con Volta nacquero tre figli: Zanino, nato il 3 luglio 1795; Flaminio, nato il 29 maggio 1796, e Luigi, nato il 2 maggio 1798. Per la carica di senatore che ebbe Alessandro, e per la educazione de' figli, i coniugi Volta dimorarono a Milano dal 1809 al 1815; poi, per quattro anni in Pavia, fino al conseguimento della laurea di Zanino e di Luigi, essendo l'altro figlio Flaminio morto a Milano nel 1814 a 18 anni. Vedesi sulla casa di via Brera, n. 2, in Milano, questa iscrizione: ALESSANDRO VOLTA ABITÒ IN QUESTA CASA L'ANNO MDCCXIV.

(16) Esiste una lettera del celebre Lorenzo Mascheroni, in data 4 novembre 1796 che descrive ampiamente i fatti accaduti a Pavia nell'occasione dell'apertura della Università. Fu pubblicata nella Parte III delle *Memorie e documenti* della Università pavese.

Digitized by Google

(17) Il prof. Aldini, nel *Saggio di esperienze sul Galvanismo* (1802) e poi nei due volumi sullo stesso argomento (Parigi, 1804) combattè la teoria di Volta, il quale, sciogliendo tutte le obbiezioni, ottenne un pieno trionfo, per cui la teoria di Galvani dovette soccombere. Le confutazioni di Volta furono raccolte, nel 1805, dal D. Baronio, e pubblicate, nel 1814, dal prof. Configliachi, col titolo. *L'identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico* (Pavia, Capelli). Invenzioni originate dalla Pila Voltaica sono: il Tino o Batteria Voltiana di Guglielmo Cruikshank (celebre anatomico di Edimburgo, morto nel 1800); la Pila di Umfrido Davy, chimico inglese, morto a Ginevra nel 1829; la Pila di Nicola Gautherot, fisico, morto a Parigi nel 1803; le Pile a secco e le Binarie del fisico Giuseppe Zamboni, morto a Verona nel 1846; le Pile secondarie di Gio. Guglielmo Ritter, fisico tedesco, morto a Monaco nel 1810; la Pila di Guglielmo Wollaston, chimico e fisico inglese, morto a Londra nel 1828; quelle di sir Guglielmo Roberto Grove, di Roberto Bunsen, di Cristiano Federico Daniel, e d'altri. Per mezzo della Pila di Volta vantaggiò la Chimica nell'analisi dei corpi. Colla corrente Voltaica si venne a conoscere la Elettro-doratura, la Galvanoplastica, i Telegrafi elettrici, i Motori elettro-magnetici.

(18) « Aux grands hommes la Patrie reconnaissante », leggesi sulla facciata.

(19) Il grande astronomo valtellinese aveva una lontana parentela con Volta, perchè un di lui cugino, Francesco Piazzi, figlio d'Andrea di Ponte, avea sposata, il 15 dicembre 1756, Donna Agata de' Conti Inzaghi, sorella della madre di Volta.

(20) L'invito era diretto a Volta membro dell'Accademia di Parigi, rue Notre Dame des Victoires, Hôtel de Dijon.

(21) Morto quasi ottantenne nel 1810.

(22) V. l'operetta dell'Oersted: « Experimenta circum effectum conflictus electrici in acum magneticum », tradotto in francese e pubblicato negli *Annales de Chimie et de Physique de Paris*, T. XIV, 1820.

(23) Così racconta VICTOR HUGO nel suo *William Shakespeare* (Paris, 1864), pag. 341.

(24) Ne era allora rettore il criminalista Tomaso Nani da Morbegno, il quale recitò a Napoleone un discorso elogistico, riportato dal Botta nella sua *Storia d'Italia* dal 1789 al 1814.

(25) Attestato di morte, cavato dai registri della parrocchia di S. Donnino: *Anno Domini* 1827 *die quinta Martii ex morbo* - febbre catarrale - *obiit in communione Sanctae Matris Ecclesiae aetate annorum* 82 *comes Alexander Volta filius nobilis Philippi et nobilis Mariae Magdalenae Inzaghi. Eius corpus die* 7 *hujus* (*mensis*) *post exequias humatum fuit in Coemeterio Camnagi.*

Strana coincidenza! Nel giorno stesso moriva a Parigi un celebre collega di Volta e suo confratello di studii: Pier Simone marchese di Laplace.

(26) Due anni dopo il Comune fece collocare, nell'atrio dello stesso Liceo, quel busto sopra un basamento, che porta incisa la seguente iscrizione, dettata da Cesare Cantù: QUESTA EFFIGIE DI ALESSANDRO VOLTA — LAVORO DI G. MONTI — AL PATRIO LICEO — DOVE I PRIMI FAVILLI — APPARVERO DEL GENIO IMMORTALE — DONÒ FRANCESCO MOCCHETTI — ALUNNO E SUCCESSORE — IL COMUNE RICONOSCENTE — QUI DECORATA DI BASE LA COLLOCÒ — PERCHÈ — VOI GIOVANI CRESCENTI NELLA SPERANZA — A SENSI ED OPERE INCUORI — DEGNI DI TANTO CONCITTADINO — MDCCCXXIV. — Fu stampata e diramata in foglio volante. Il discorso del Mocchetti, coll'aggiunta di alcune lettere di Volta, fu divulgato il 1° maggio 1833, colle stampe dei figli di Carlantonio Ostinelli.

Digitized by Google

Digitized by Google

LA SCIENZA DELL'ELETTRICITÀ PRIMA DI VOLTA

Estratto dal Discorso Commemorativo
pronunciato a Como nel Settembre 1899 da

AUGUSTO RIGHI

in occasione del Iº Centenario della Pila
al Iº Congresso Nazionale degli Elettricisti
convocato dalla
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Vedi Atti dell' A. E. I. - Vol. III. 1899 - pag. 20

Digitized by Google

Digitized by Google

LA SCIENZA DELL'ELETTRICITÀ PRIMA DI VOLTA

Tutti sanno che a non meno di ventiquattro secoli fa risale la conoscenza del primo fenomeno elettrico. Ma solo due secoli e mezzo circa sono passati dacchè il medico Gilbert ampliò quella cognizione rudimentale; dopo di che dovette trascorrere una ventina d'anni ancora prima che Boyle aggiungesse altre sostanze elettriche a quelle trovate da Gilbert, e prima che Ottone di Guéricke, colla invenzione della macchina elettrica, fornisse il modo di rendere i fenomeni elettrici più cospicui.

Salvo intervalli di sosta relativa, le successive scoperte si compirono con crescente rapidità. Guéricke colla sua macchina osserva per la prima volta la luce prodotta dall'elettricità ed il suono che l'accompagna, fenomeni che poco dopo il Wall paragona al lampo ed al tuono; Haukesbee rileva le modificazioni di quella luce allorchè è prodotta nell'aria rarefatta; ed il grande Newton, pur essendosi ben poco occupato di esperienze elettriche, dimostra che le forze elettriche si manifestano, non solo nell'aria, ma anche attraverso il vetro ed altri corpi. Per qualche anno nulla di nuovo e d'importante viene osservato; finchè nel 1727 Gray, aiutato di poi da Wheeler, scopre la conduzione elettrica, e sei anni più tardi Dufay fa l'altra scoperta capitale dei due stati elettrici opposti.

Il patrimonio della scienza elettrica s'accresce quindi anche più rapidamente: e ciò in grazia fors'anche dei perfezionamenti portati alla macchina elettrica, alla quale Boze aggiunge il conduttore, ed un professore di greco a Lipsia, il Winkler, aggiunge il cuscinetto strofinatore; e numerosi sperimentatori sparsi in tutto il mondo civile o rinvengono qualche nuovo fenomeno o perfezionano qualche esperienza già conosciuta. Si constata, fra altro, che colla scintilla possono uccidersi piccoli animali, o possono accendersi corpi combustibili; così il dott. Ludolf accende l'etere, l'abate Nollet l'idrogeno, ed il dott. Watson la polvere da sparo. Questi ed altri effetti prodotti dalla scarica elettrica divengono poi più grandiosi e svariati dopo la scoperta della bottiglia di Leyda, fatta dal Musschenbroek nel 1746, o, secondo alcuni, da von Kleist nel 1745.

Digitized by Google

La novità e sin la stranezza di tali fenomeni, a noi oggi così famigliari, dovevano vivamente colpire l'immaginazione, e far sì che ad essi si appassionassero anche molti, che per indole di studî o per posizione sociale erano fino ad allora rimasti estranei alle scienze sperimentali od almeno alla fisica. Questa circostanza non può non avere contribuito a quell'andamento, quasi sempre di mera osservazione di fatti isolati, che ebbero le ricerche sino al tempo di Volta. Ad ogni modo, scorrendo questo periodo storico raramente s'incontra chi abbia tentato di coordinare i fenomeni osservati e di risalire alle loro cause: o, facendolo, abbia saputo emanciparsi completamente dai dominanti preconcetti metafisici.

Quasi tutti gli sperimentatori si compiacevano sopra tutto nel variare le condizioni e le modalità dei fenomeni collo scopo di renderli più meravigliosi. Per esempio, si elettrizzava una persona isolata, anzichè un qualunque conduttore, onde trarre poi da essa scintille, colle quali accendere corpi combustibili; si faceva passare l'elettricità da una persona ad un'altra mediante un getto d'acqua, piuttosto che per diretto contatto; si trasmetteva la scarica della boccia di Leyda attraverso molte persone disposte in catena, e via dicendo.

È quindi ben naturale che alle volte i fatti osservati venissero erroneamente interpretati, od almeno che a qualche fenomeno si attribuisse una troppo grande portata. Così accadde che all'elettrizzazione del corpo umano, fatta in varie maniere, si attribuissero effetti, a produrre i quali certamente la suggestione aveva una parte assai grande, se pure non ne era l'unica causa; e si giungesse perfino da taluno a ritenere, che sostanze, ermeticamente chiuse in vasi elettrizzati, potessero agire sugli organi di chi veniva con essi posto in comunicazione. Così pure, non appena venne dimostrata la natura elettrica della folgore, si vollero da alcuni considerare come elettrici molti altri fenomeni naturali, perfino le stelle cadenti, la cui vera natura era riservato ad un illustre nostro italiano di completamente svelare.

Tanto più campeggiano quindi nella nostra ricordanza i nomi di quei pochi uomini superiori, che cercarono fin d'allora di approfondire la conoscenza dei fenomeni elettrici, o di riunirli razionalmente in un corpo di dottrina. Ricordiamo Watson e gli altri della Società Reale di Londra, che vollero esaminare sino a qual distanza e con quale velocità la scarica elettrica potesse essere trasmessa da un filo; Nollet, Mainbray e gli altri, che cercarono d'indagare se e quali effetti si producessero tenendo a lungo elettrizzati piante ed animali; Beniamino Franklin, che emerge sopra tutti e le cui lettere dirette al Collinson della Società Reale di Londra, tradotte poi in quasi tutte le lingue europee, contengono, oltre alla narrazione delle esperienze che lo condussero alla invenzione del parafulmine, l'espo-

Digitized by Google

sizione della teoria unitaria del fluido elettrico, da Volta adottata e professata poi sempre. Rammentiamo altresì il Beccaria, per le sue osservazioni numerose ed accurate sull'elettricità atmosferica; il Canton, cui si debbono, fra altre, le esperienze sull'influenza elettrica; il Symmer, per i suoi studî sull'elettricità di strofinamento e per la sua teoria dei due fluidi elettrici.

Tale il momento storico, nel quale appare Alessandro Volta.

Una mente come la sua doveva necessariamente subire il fascino potente, che fenomeni tanto meravigliosi e svariati esercitavano; e questi fenomeni infatti formarono prevalentemente l'oggetto delle sue ricerche, anche di quelle fra esse che non hanno diretta relazione colla pila.

Dal discorso su: « Volta e la Pila » pronunciato a Como nel 1° Centenario della Pila - 23 Settembre 1899.

AUGUSTO RIGHI.

Digitized by Google

Digitized by Google

L'OPERA

DI

ALESSANDRO VOLTA

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUZIONE

La scelta che è stata fatta delle parti dell'Opera Voltiana che si pubblicano in questo volume, non è, ben si comprende, la sola possibile; però essa risponde ad un criterio logico e segue un piano lungamente ed amorosamente meditato. Questo piano ha per iscopo di porre in rilievo le fasi più significative dello svolgimento del pensiero scientifico del Volta, e l'importanza della sua più luminosa conquista, che è il punto di partenza di tutti gli sviluppi della odierna civiltà industriale.

Le parti dell'Opera Voltiana, che qui si pubblicano, sono precedute da note, che mirano a dare un cenno riassuntivo dell'argomento trattato, ad illustrarlo con opportune indicazioni, e nello stesso tempo a mettere in luce le relazioni che intercedono fra le parti che si pubblicano, e dove si ritenga opportuno, fra queste e quelle che non si pubblicano.

In tutte queste note si è avuto cura di mantenere un continuo contatto coll'Edizione Nazionale delle Opere di A. Volta, sempre riallacciandosi alla medesima con citazioni e riferimenti.

Per tutto quanto riguarda l'Elettrostatica e l'Elettromozione, l'Edizione Nazionale è stata naturalmente la sola fonte alla quale ci siamo riferiti.

Le parti che compaiono nell'Appendice furono invece tolte dalla Collezione delle Opere di Volta curata dal Marchese Vincenzo Antinori e pubblicata in Firenze nel 1816.

Le monografie che accompagnano gli indici di ogni volume dell'Edizione Nazionale seguono lo svolgimento del pensiero scientifico del Volta; ognuna di esse è stata stesa col duplice intento di presentare in riassunto il contenuto del volume al quale si riferisce, e di offrire al

Digitized by Google

tempo stesso un primo filo conduttore a chi intendesse approfondire l'indagine e lo studio delle questioni scientifiche, che sono oggetto delle numerose memorie e manoscritti inediti del Volta.

Le diverse parti del materiale voltiano, tanto ponderoso e vario, presentano interferenze e ricorsi così frequenti e complessi, che lo studio di ciascuna di esse richiederebbe un preliminare spoglio dell'intera Edizione Nazionale, seguito da un lavoro di analisi e di sintesi, che si presenta invece già compiuto nelle dette monografie.

L'immensa mole della materia trattata sia di attenuante agli inevitabili difetti, che un primo e così arduo lavoro non mancherà di presentare.

FRANCESCO MASSARDI

Digitized by Google

PRIMA PARTE.

SCELTA DI SCRITTI ORIGINALI
DI ALESSANDRO VOLTA

TRATTI

DALL'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI VOLTA

CON NOTE DEL PROF. FRANCESCO MASSARDI

Abbreviazioni usate nelle Note e nelle Monografie:

Ediz. Naz. - « OPERE DI A. VOLTA - EDIZIONE NAZIONALE », pubblicate dalla Commissione Reale pei tipi di U. Hoepli – Editore, Milano - in 6 Volumi - 1923-1927.

Ant. Coll. - « COLLEZIONE DELLE OPERE DEL CAV. CONTE ALESSANDRO VOLTA, PATRIZIO COMASCO », edite dal *Conte Vincenzo Antinori* - Tomi 3 in 5 parti. Firenze, nella stamperia di Guglielmo Piatti, 1816.

Il NUMERO ROMANO preposto ad ogni scritto quì riprodotto, è quello che precisa la posizione dello scritto stesso nel Volume *dell'Edizione Nazionale* dal quale esso è stato estratto.

Digitized by Google

Digitized by Google

I. - ELETTROSTATICA

MEMORIE
SULL'ELETTROFORO E CONDENSATORE

Scritti scelti: da (1) a (7)

Digitized by Google

Digitized by Google

(1)

Dal Volume III. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XLV** (*B*)

Dall'

ARTICOLO DI UNA LETTERA

DEL SIGNOR

DON ALESSANDRO VOLTA

AL SIGNOR DOTTORE

GIUSEPPE PRIESTLEY

– Giugno 1775 –

NOTA.

Gli studii e le indagini sulla Elettricità Vindice *portarono il Volta alla invenzione dell'*Elettroforo. *Il Volta, in una prima Memoria scritta in latino nel 1769* « De vi attractiva ignis electrici » *(pubblicata nel N. XLII del Vol. III Ediz. Naz.) aveva studiato i fenomeni dell'Elettricità Vindice, interpretandoli rettamente, coll'attribuirli alla persistenza delle cariche negli strati isolanti, ed all'azione delle atmosfere elettriche da lui posta a base del fenomeno dell'induzione elettrostatica, che egli chiamava col nome di* attuazione.

Le discussioni che seguirono all'invenzione dell'Elettroforo e che riguardano i fenomeni che si ottengono coll'uso di quest'ultimo, e quelli attribuiti all'Elettricità Vindice, furono oggetto di una nobilissima polemica, ch'ebbe luogo nel 1776, fra il Volta ed il Klinkosch di Gottinga (Vedasi il N. XLV (F), Vol. III dell'Ediz. Naz.).

Digitized by Google

Digitized by Google

Como, 10 Giugno 1775.

. . . . . .

. . . . . Io non so se tanto prometter mi debba dalle mie osservazioni, che esse anzichè importune, gradite vi riescano e interessanti. Avanzandole siccome miei nuovi ritrovamenti, avvenir potrebbe un'altra volta che deluso rimanessi non altrimenti che accadde di quelle sopra il legno abbrustolito, cui la vostra eccellente Storia dell'Elettricità avveder mi fece, ma troppo tardi, essere state in parte da altri preoccupate. Or chi sa che la continuazione da voi disegnata della medesima Storia non venga per egual modo a rapirmi la gioconda illusione di queste nuove mie pretese scoperte? Comunque la cosa sia per riuscire, io dovrò non men d'allora saper grado alla lezione della vostra Storia del disinganno e de' lumi che mi verrà porgendo; ma grado mille volte maggiore vi saprò, se fin d'ora mi significherete candidamente qual luogo, e parte io mi possa sicuramente attribuire nell'invenzione de' fatti, che a me sembran nuovi; e il valore che voi medesimo loro date.

Voi avete già inteso che l'Elettricità è il soggetto de' miei ritrovamenti. Or dirò il genere particolare intorno a cui s'aggirano. Egli è quel ramo, che, se a buon diritto nol so, ha ottenuto di chiamarsi *Elettricità Vindice*. Ecco in breve il capitale dell'invenzione, che ha sorpreso me e quanti finora furono a parte di un tale spettacolo. Io vi presento un corpo che una volta sola elettrizzato per brevissim'ora, nè fortemente, non perde mai più l'elettricità sua, conservando ostinatamente la forza vivace de' segni a dispetto di toccamenti replicati senza fine. Voi tosto indovinate che sì fatto corpo

Digitized by Google

vuol essere una *lastra isolante* vestita e snudata a vicenda della sua *armatura*: ed è ciò appunto che io ho inteso di accennare, allorquando ho detto che i fatti che sono per riferire appartengono all'*elettricità vindice*. Ma non che indovinare, durerete forse fatica a credere la costante vivacità de' segni, e più la straordinaria loro durevolezza, che è veramente quale ve la propongo, senza termine o limiti, mentre osservato avrete, che troppo lungi ne sono que' che s'ottengono dalle lastre di vetro tenute in conto delle più eccellenti, e guernite della consueta armatura d'una foglia metallica reputata essa pure la più acconcia a tal uopo; infatti con tale apparato si hanno da principio alcune vive scintille, ma che ben presto illanguidiscono e durano per lo spazio di poche ore in tempi ancora favorevolissimi. Perciò appunto io ho rifiutato e le une e le altre sostituendo alle lastre di vetro quelle di ceralacca, di zolfo, o d'altra resinosa materia; e alle sottili e pieghevoli foglie surrogando altre *armature* metalliche sì, ma ferme, e di volume assai più amplo, e modellate su lodevole forma d'un capace *conduttore*. E con ciò quantunque mi sembri d'avervi data un'idea generale della somma di questo nuovo apparato, permettetemi ch'io vi descriva parte a parte quello di cui fo uso, che è semplicissimo, e la maniera di trarne i promessi vantaggi.

Ho dunque un piatto di stagno con l'orlo che rileva poco più d'una mezza linea, d'un piede di diametro, entro cui ho versato un mastice fuso composto di trementina, ragia, e cera, steso e rassodato in una superficie piana e lucida. Ne ho parecchi altri e più grandi e più piccioli di legno eziandio al cui fondo è incollata una laminetta di piombo, e in cui ho versato ove zolfo, ove ceralacca ed ove altri mastici di varia composizione, ma l'indicato di sopra ch'io fo di tre parti di trementina due di ragia ed una di cera bollite insieme per più ore, mescendovi infine alquanto di minio ad oggetto di avvivarne il colore, l'ho trovato il più comodo e il migliore. Fa l'officio di armatura al di sopra un legno dorato della figura a un di presso d'uno scudo di dieci pollici di diametro e alto due all'incirca, piano nella base che dee combaciare col mastice, alquanto convesso nei lati o sia nel contorno. Dal centro della concavità sorge un manico di vetro o meglio di cera lacca ben levigato, che ha gli spigoli (e ciò rileva assai) smussati e ritondati. Chiamerò dunque quest'armatura col nome di *scudo*. Stimo superfluo l'avvertire, che mi attengo ordinariamente ad uno scudo di legno dorato, perchè

Digitized by Google

meno dispendioso e più leggiero e manesco che uno di metallo sodo. Peraltro avendo in seguito pensato a farne uno d'ottone tutto cavo interiormente a foggia di una scatola, che serve per un altro apparato minore portatile in tasca, truovo che m'offre in compenso non piccioli vantaggi, uno rilevante, che è quello d'essere più forbito, e perciò di dissipar meno l'elettricità: gli altri di sola appariscenza, e comodo, per atto d'esempio di render sonore le scintille anche meno vive; e di poter racchiudere in esso vari stromenti che vengono ad uso, come caraffe, manichi per isolare, palle, fili ec.

Eccovi, Signore, tutto l'apparato.

Mettiamolo ormai alle prove, e veggiamo come gli effetti corrispondono alle promesse. Carico mediocremente la lastra al modo ordinario coll'aiuto della macchina, e ne provoco la scarica giusta il costume toccando congiuntamente o alternatamente *lo scudo* e *il piatto*. Allora alzando lo *scudo* pel suo manico isolante, e riponendolo sul mastice, con toccarlo alternatamente, siccome richiede la teoria dell'*elettricità vindice;* e quando è alzato, e quando torna a posare ne ho scintille tali e sì vive (quelle segnatamente dell'innalzamento, e più le succedenti alle prime due o tre) che si spiccano e dirigonsi alla nocca del mio dito ad un pollice e mezzo e talora più di distanza, per nulla dire del venticello, e de' fiocchi di luce che si manifestano sulle punte all'intervallo di più pollici, e degli attraimenti de' corpicciuoli oltre allo spazio d'un piede. Che più? Con quattro o sei scintille cavate dallo *scudo* elettrizzo fortemente un *conduttore* assai capace, un uomo isolato ec., con trenta in quaranta di esse carico fortemente una caraffa; tutte queste operazioni io fo e replico finchè mi piace. Ma i segni illanguidiscono col tempo? Nol niego, massimamente ove non si cessi di tormentar l'apparecchio per lungo tratto e a varie riprese. Dunque finalmente cesseranno del tutto? Sì, ciò forse avverrà, ma non so dopo qual tratto di tempo. Ma che direte se io dimostro che questa minacciata estinzione de' segni si può prevenire, e riparare l'illanguidimento, e finanche ristorare il primiero vigore con niun altro ajuto che quello delle deboli forze che rimangono? M'affretto a spiegarvi per qual modo ciò si possa ottenere.

È cosa troppo nota che si può caricar una lastra per mezzo d'un'altra lastra o caraffa già caricata, col compartire a quella la carica di questa. Or bene, io non cerco di più; imperciocchè se col

Digitized by Google

mio scudo, allora pure che non mi dà se non scintille deboli, giungo a caricare anche debolmente una caraffa, posso contare d'avere in questa caraffa un ristoratore dell'elettricità indebolita, e di portarvi una vera aggiunta eccitandone la scarica, o sia compartendola alla superficie del mastice. E così adoperando non m'inganno, col badar bene però di applicare al mastice non già l'uncino della caraffa, se questo ha ricevuto la carica dallo scudo, ma sibbene la pancia o la base; e vice versa, se questa ha toccato lo scudo. Per poi viemeglio riuscir nel mio intento non iscarico la caraffa in un colpo sopra la faccia armata del suo scudo, ma gradatamente con una scintilla per volta, o (che è d'un bel tratto più efficace) portando a combaciamento la base o l'uncino della caraffa colla faccia nuda del mastice, e scorrendovi sopra per tutto, onde imprimere, dirò così, ad ogni punto la competente porzioncella di carica. Per tal modo e con tale attenzione trovo più spediente di elettrizzare il mio apparecchio ben anche la prima volta, senza applicarlo immediatamente alla macchina per mezzo solamente d'una caraffa carica; e se vaghezza mi prende di far senza interamente d'ogni macchina, e nulla prenderne ad imprestito, ci riesco con pochissima pena usando un leggiere stropicciamento di mano, o panno, o carta o (che è meglio), pelliccia fina e bianca sulla faccia del mastice ancor vergine, col quale strofinamento produco primamente e in un attimo una discreta elettricità, che messa poi a profitto mercè il replicare una o due fiate l'artificio già descritto di caricare un caraffino, e rifondere la carica sulla superficie del mastice arriva in brevissimo tempo al sommo di vivacità.

Se mi chiedete dopo quanto intervallo di tempo faccia mestieri di ricorrere a cotale industre modo di ravvivare l'elettricità moribonda, perchè non si perda del tutto, vi dirò non aver io fissata, nè potersi per avventura fissare regola alcuna. Sono però in grado di assicurarvi che dopo il corso non già d'ore o di giorni (sopratutto se l'apparecchio si lasci buona parte del tempo in riposo e ben custodito, sicchè si mantenga asciutta e pura la faccia del mastice), ma d'intere settimane l'elettricità non vi verrà mai meno, solo che vi prendiate la cura di replicare due o tre volte il giuoco della caraffa. Non debbo quì lasciar di suggerire che in luogo d'una caraffa di vetro torna forse più comodo un cannoncino di rame o latta intonacato di cera lacca o mastice, e armato acconciamente, a cui av-

Digitized by Google

vegnachè tocchi minor quantità di carica, ciò non ostante perchè l'acquista prestissimo, serve perciò meglio, e quello che più monta, teme assai meno l'umidità dell'aria.

Non so finir di parlare dell'artificio di risvegliar l'elettricità languente col rifondere e ritorcere contro di sè stessa quella poca che rimane, e sì ricondurla al grado massimo d'intensione, senza dire, che sebbene tal ritrovamento non sia altro più che una conseguenza della teoria, che appunto me lo ha fatto tosto immaginare, sembra però oltre modo maraviglioso a chi non sente ben addentro in così fatte cose, e senza confessare ch'io stesso ne andai pieno di gioja tostochè vidi il fatto risponder pienamente all'idea concepita, non meno per la bella armonia che ravvisai co' principj, come per la novità sorprendente che ne risultava unita al vantaggio di poter ove che fosse col mio semplice apparato passarmela senza il corredo della macchina, e produrre ciò nonostante lo spettacolo della più viva elettricità, e con quel solo destarla egualmente viva in altri apparati senza fine (la qual industria mi richiamò tosto alla mente quella onde andiamo debitori a Voi Inglesi di calamitare fortissimamente l'acciajo senza calamita); e sì anche perchè io veniva a giustificare l'aggiunto di un nuovo vocabolo, che non senza esitazione aveva destinato a questa fatta di elettricità, il che ora senza scrupolo e a tutto rigor di termine sento di poter fare chiamandola elettricità *vindice indeficiente*. Che se a voi non dispiacesse, ardirei pure imporre un nome al mio picciolo apparecchio, e sarebbe quello di *Elettroforo perpetuo*.

Or vi dirò che ho immaginato di inalberare sulla sommità dello scudo un'asta di ferro contro le nuvole, di maniera che abbia ad involare e concepire in seno del fuoco elettrico di colassù....

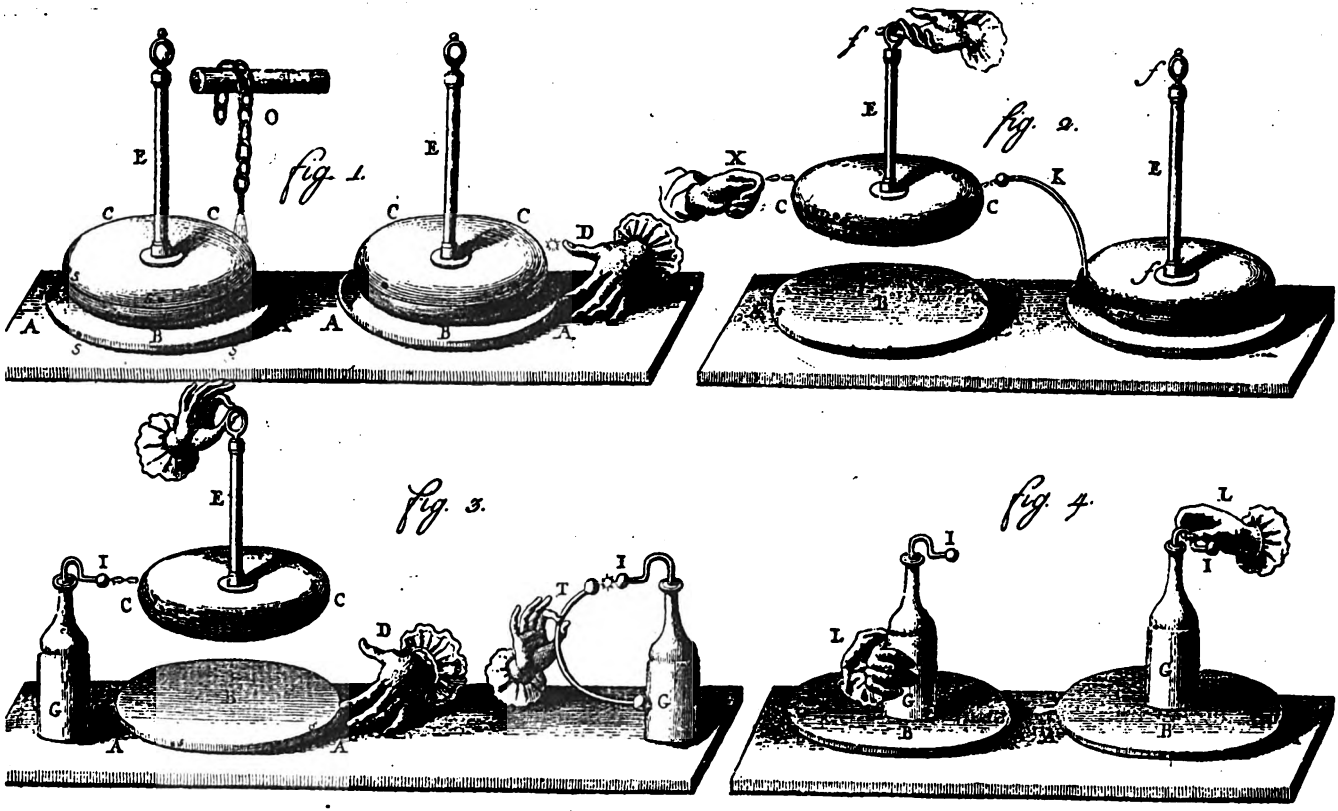
Vi ho reso conto, Signore, dei sommi capi delle mie scoperte, se tali pur sono, tralasciando tutto il dettaglio de' vari tentativi, e le molte riflessioni che mi ci han condotto, o spuntate ne sono, e che però riservo per un'altra Lettera, o per la Memoria, che vi dissi da principio aver in animo di pubblicare. Questo solo vi anticipo, che tutto tende a confermare quella mia sentenza che mi argomentai già di venir persuadendo nella Dissertazione *De vi attractiva ignis electrici etc.* 1769, cioè, che le elettricità delle lastre non si estinguono realmente, e interamente per la scarica, come ha preteso il P. Beccaria, e persiste anche in oggi a volere, ma perseverano lunga pezza

Digitized by Google

ad esservi in parte aderenti, inducendo, perchè abbia luogo un certo quale equilibrio, l'elettricità contrarie nelle rispettive *armature;* onde vengono per tal modo a contrappesarsi; onde le adesioni d'esse armature alle facce della lastra; onde finalmente lo sbilancio della separazione, i segni ec. Quell'eccellente professore di Torino è portato in conseguenza del suo opinare ad accagionar la luce che spunta trallo disgiungimento d'indurre una nuova elettricità sulla faccia della lastra che si snuda, a spese dell'armatura: io accuso questi discorrimenti di luce di portare non già l'*inducimento* di una nuova, ma all'opposito un vero *dissipamento* delle due contrarie elettricità; della prima cioè impressa e tuttor' affitta alla faccia isolante, e dell'opposta indotta nell'armatura per l'antecedente scarica: e sì seguendo quelle strisce di luce e contemplandole attentamente, dalle circostanze in cui si mostrano o nò, o crescono, o scemano, dalla figura, da tutto in somma ricavo argomenti evidentissimi e palpabili, che il mio sospetto è pur vero. E per addurne una od altra prova: se altrimenti andasse la bisogna, a grado cioè del Padre Beccaria, non dovrebbe l'ordinaria armatura di foglie metalliche dispiegare e in sè stessa, e nella faccia della lastra che lascia nuda, elettricità maggiore, che non quando fa l'ufficio d'armatura il mio scudo? tanto maggiore, io dico, quanto le strisce di luce ch'eccita quella nell'atto del divellerla sono più copiose delle strisce ch'eccita codesto scudo? Ma appunto succede il contrario: e a questo singolarmente è dovuta la prestante eccellenza del mio scudo sopra le solite armature, dall'aprir esso lo sfogo a minor luce, che è quanto dire a minor *dissipamento.*

Diciam più: se la luce che compare trallo disgiungimento fosse quella dell'elettricità, che la faccia snudata rivendica a sè, o vogliam dire ripete dall'armatura, giusta il sentimento dell'Avversario, non so vedere perchè non dovesse provocarne molto di più di questa luce quando s'alza l'armatura senza tenerla isolata, che non quando s'alza isolata; giacchè nel primo caso ne è la capacità senza limiti. Eppure punto o poco di luce appare alzando lo scudo non isolato, nello stato cioè che potrebbe più fornirne; e grandi strisce ne spicciano alzandolo isolato. Dunque non è la faccia snudata che mova questa luce, perchè cerchi ricuperare la sua antica elettricità a spese diremmo dell'armatura; nè questa obbedisce altrimenti alle sollecitazioni di quella; ma a sè stessa obbedisce, cioè a quella forza di dissipare quel

Digitized by Google



ELETTROFORO.

Digitized by Google

Digitized by Google

soverchio di elettricità propria, di cui è insofferente, e che perciò scappa massimamente dagli angoli.

Io non ho fatto più sperienze sull'aria....

AGGIUNTA

Avendo pensato che il nuovo apparecchio oltre la sorprendente singolarità de' segni indeficienti, di cui si è venuto ragionando, offre altri non meno reali che speciosi vantaggi, sì per la mira d'illustrare per eccellente modo la teoria elettrica, sì per lo scopo di condurre con l'ultima agevolezza ogni maniera di sperienze, i quali vantaggi hanno obbligato a dar a quello la preferenza sopra ogn'altro apparato non dirò me solo, cui l'amore di un bel ritrovamento potrebbe di leggieri aver sedotto, ma alcuni eziandio che da principio si mostravan ritrosi a concedergli questa superiorità; e considerando d'altra parte che la descrizione da me datane ristretta ne' limiti d'una lettera, e all'intelligenza de' più esperti elettrizzatori potrà per avventura far nascere desiderio a taluno non versatissimo, il quale amasse pure, di ricrear sè ed altri con siffatte dilettevoli sperienze rese omai sì domestiche e comuni, d'avere sott'occhio il disegno de' pezzi, e il giuoco che loro si fa eseguire, ho pensato di far cosa grata esponendo nelle seguenti figure sotto diversi aspetti e combinazioni tutto ciò che compone uno de' miei comodi apparati portatili, e quanto esso offre su due piedi a vedere di singolare. AA (Fig. 1) è *il Piatto*, o sia una lastra d'ottone lavorata al torno con l'orlo ben ritondato prominente nella faccia superiore una mezza linea all'incirca, in cui è contenuta la stiacciata di ceralacca o mastice B, nella inferiore sporgente una buona linea o più pell'uopo che si dirà. CC è lo *Scudo* di legno dorato o d'ottone cavo, senz'angoli e ben forbito, che si apre a foggia di scatola, e contiene i vari pezzi che hanno da venire ad uso. E è il *manico isolante*, cioè un bastoncino di vetro intonacato di ceralacca, armato nell'estremità di due cappelletti d'ottone *ff* (Fig. 2.), uno fatto a vite con cui si ferma a un bottone lavorato per questo nel centro della faccia superiore dello scudo CC, e l'altro che termina in un anello, per cui si regge alzandolo (Fig. 2.,3.).

Nella Figura 1. sta il *Piatto* AA, o meglio il mastice armato del suo Scudo CC ricevendo l'elettricità o sia la *carica* dalla catena O

Digitized by Google

di una macchina ordinaria: indi se ne eccita la *scarica* dalla mano A D che tocca congiuntamente il *Piatto* e lo *Scudo*.

(Fig. 2.). Una mano alza per mezzo dell'anello *f* del manico E lo scudo CC; e l'altra mano X ne trae una lunga scintilla: e ciò ognora che si leva lo scudo dopo averlo posato e poi toccato.

La stessa Fig. 2. mostra come elettrizzato una volta un solo apparato, se ne possa avvivar un altro, o quanti altri ne aggrada: dando cioè replicatamente le scintille dello scudo alzato ad un filo od uncino d'ottone K sporgente da un altro scudo, che posa sul suo mastice. Fatto ciò e mutando mano voi potete con questo secondo e collo stesso processo rinvigorir la forza nel primo, e così via via reciprocamente.

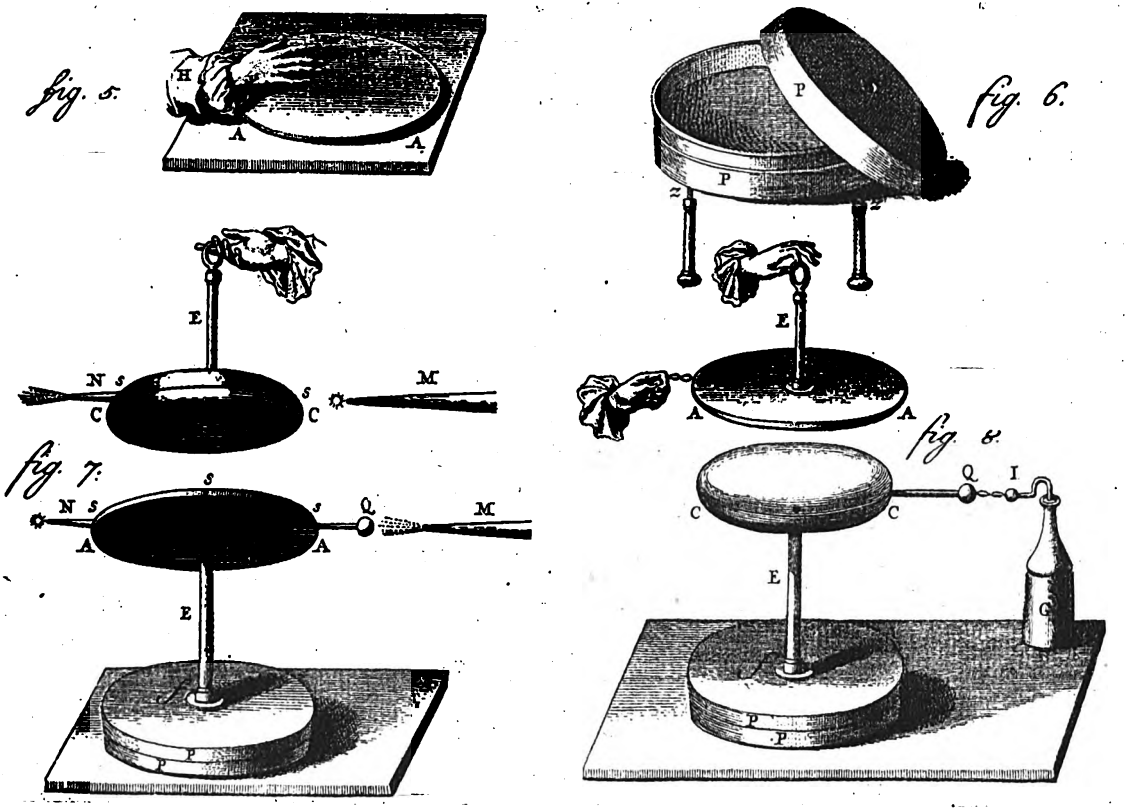
(Fig. 3.). L'operazione indicata è simile a quella della figura precedente, tranne che si fanno spiccare le scintille dallo scudo CC verso l'uncino I della caraffa armata G, la quale perciò viene a caricarsi. La mano D sta in atto di toccare il *piatto* in A e lo *scudo* in C ogni volta che posi, e di ritirare da questo il dito qualor s'alza. La caraffa poi si scarica coll'*arco conduttore* T, o si adopra per la scossa ec.

(Fig. 4). Colla caraffa stessa caricata nel modo surriferito si ravviva l'elettricità che per avventura si fosse indebolita. S'impugna dalla mano L per la pancia G, si posa sulla faccia nuda del mastice B. Indi lasciata la pancia si trasporta la mano L a reggerla pell'uncino I, e così dimenandola si viene a scorrere sopra tutta la faccia B fin presso l'orlo del piatto AA, senza però toccarlo: dopo di che si rimette lo scudo, si scarica toccando ec.

(Fig. 5.). Senza poi togliere ad imprestito alcuna straniera elettricità, basta ad imprimerla la prima volta sulla faccia del mastice ancor vergine B un leggiero strofinamento colla palma della mano. Questo v'imprime elettricità di *difetto*, e tale pure ve l'eccita lo strofinare con panno, carta ec.; ma strofinando con carta dorata sorge spesso, (non però sempre) elettricità di *eccesso*. I segni che s'ottengono col solo strofinamento sono alquanto deboli, è vero; tuttavia essendo capaci di caricare alcun poco la caraffa, eccovi pronto il mezzo di avvivarli col giuoco di sopra mentovato della stessa caraffa.

(Fig. 7.). Il piatto AA è sorretto da una colonnetta di vetro E intonacata di ceralacca, impiantata o fermata a vite nel piedestallo ossia scatola di legno PP (che serve poi a rinchiudere tutto l'apparato), e fermata pure a vite a un dado o bottone che risalta dal centro della

Digitized by Google



ELETTROFORO.

Digitized by Google

Digitized by Google

faccia inferiore di esso piatto (e questa è la ragione per cui l'orlo inferiore del piatto debbe sporgere alquanto più, come si è di sopra avvertito, a fine cioè che il bottone non impedisca quando si vuol far posare il piatto piano e fermo). Questo piatto così *isolato* porta una punta ottusa N inserita in uno de' forellini *s s s* praticati a tal oggetto sì nell'orlo del piatto, come attorno allo scudo, e un'altra verghetta metallica terminante in palla Q, a cui viene presentata a qualche pollice di distanza la punta M. Lo scudo CC porta pure inserita una punta N nel mentre che un'altra M gli vien presentata dall'opposto lato. Ogni volta adunque che s'alza nella debita forma lo scudo CC (ben inteso che non si ometta mai la solita alternativa dei toccamenti allora che posa) si manifestano due *fiocchi* e due *stellette:* un *fiocco* dalla punta M contro la palla Q del piatto, ed una *stelletta* sulla punta N che sporge dal piatto medesimo: vice versa il *fiocco* spiccia dalla punta N attenente allo scudo, e la *stelletta* compare sulla punta M che guarda esso scudo. Questo avviene allorquando l'elettricità impressa sul mastice sia *difettiva*, quale cioè la suole eccitare lo strofinamento della mano ec. Qualora sia *eccessiva*, mutan tutti luogo i *fiocchi* e le *stellette*, comparendo appunto a roverscio.

(Fig. 8.). In somma è la stessa che la Fig. 7., ma rovesciata. Lo scudo CC è sorretto in luogo del piatto AA dalla colonna isolante E fermata sul piedestallo PP, ed esso scudo porta la verghetta armata di palla Q; le scintille della quale in tempo che s'alza il piatto AA pel manico E vibrate vivissimamente contro l'uncino I della caraffa G la caricano, mentre che esso piatto pure eccita scintille in A dalla nocca di un dito, e può caricare contrariamente un'altra caraffa.

Non debbo lasciare di far osservare che si può supplire all'incomodo di toccar colla mano lo scudo ogni volta che si è posato, con un mezzo facilissimo. Basta inserire nell'orlo del piatto A Fig. 2. in un de' forellini *s* un fil d'ottone terminante in una picciola palla, ripiegato in modo sopra la faccia del mastice, che detta pallina venga a toccare lo scudo CC quando si posa: così siegue da sè la scarica.

La Fig. 6. rappresenta il fondo e il coperchio della scatola di legno PP destinata a chiudere tutto l'apparato, per portarselo in tasca. Questa scatola poi medesima serve come di base o piedestallo a portare la colonnetta isolante M Fig. 7. e 8.: al qual fine nel centro del coperchio si è praticato un buco *y* atto a ricevere la vite *f* di detta colonnetta E. Serve pure essa scatola coll'ajuto di quattro piedi iso-

Digitized by Google

lanti *zz*, che entrano a vite sotto il di lei fondo, di sgabello, su cui può montare una persona per essere elettrizzata ec. Allorquando s'ha a chiudere tutto l'apparecchio, si nascondono questi piedi in un cogli altri bastoncini isolanti, colla caraffa, le verghe puntate, l'arco conduttore ec. in seno allo scudo; esso scudo poi col piatto si racchiude in cotesta scatola di legno: ed ecco assettato e riposto tutto.

Benchè dalle figure qui espresse rilevinsi abbastanza i comodi e i vantaggi che offre questo apparato sopra ogn'altro, gioverà toccarne qui ancor di passaggio alcuni, accompagnandoli con poche avvertenze intorno al maneggio di cotesto Elettroforo.

Quanto ai vantaggi, non ci arrestiamo più al massimo e solenne, che è la durevolezza, anzi meglio perennità dei segni: se n'è detto già abbastanza a suo luogo. Unicamente si vuol far notare, che sebbene la costanza nel mastice a ritenere l'elettricità impressa regga agli attacchi dell'umido, e fino alla prova insolente di alitarvi sopra a larga bocca; pure sviene e si dissipa quasi in un subito ogni virtù, tentata dalle *punte* la superficie di esso mastice: e ciò per tal modo, che scorrendovi sopra senza notabile strofinamento, e dirò così, leccandola con un fiocco di fili, o carta d'oro, ed anche solamente con una spazzola, con un pezzo di lana ec., tutta l'elettricità viene a smarrirsi. Questa debole disposizione mi torna talvolta a comodo. Qualora non so che farmi dell'elettricità d'un apparato, e cerco d'aver il mastice siccome fosse vergine, non ho che a stendere bene il mio fazzoletto sopra la faccia di quello; ed ecco spenta ogni virtù. All'incontro ognor che voglia conservata l'elettricità per giorni e settimane, ho cura di non permettere che panno o tela, od altro checchessia irto di peli venga a scorrere od applicarsi sulla faccia del mastice; e mi tengo fino in guardia, che i miei manichetti in qualche parte non mi tradiscano. Ma con tutte queste attenzioni toglier non posso, che la polvere e i peli sottilissimi, che d'ogni parte accorrono attratti dalla faccia elettrica, non vadano di mano in mano a portare notabile illanguidimento ai segni, in ragion che dura il giuoco di alzare ed abbassar lo scudo: sicchè è pur mestieri per ottenerli del tutto vivaci ricorrere di tempo in tempo al maneggio della caraffa ec. Tuttavia il decadimento non è tale, che non si mantengano a dispetto di tormentar di continuo l'apparato, e senza l'artificio di ravvivarli, per ore e giorni.

Non è per la sola durevolezza e vera *indeficienza* dei segni,

Digitized by Google

che il nostro Elettroforo ottiene sicuramente il primo vanto; ma per la *grandezza* eziandio di questi, e per la *qualità*. Per qualità intendo e la natura dell'*elettricità vindice* in genere, che non è propriamente la stessa dell'elettricità ordinaria, di quella cioè che muove immediatamente dallo stropicciare, e a questa sola cagione risponde; e intendo più in particolare le vicende dell'elettricità non già più di natura ma di specie soltanto contraria, com'è d'*eccesso* e di *difetto*, le quali in tante forme e quasi con niun particolar maneggio si manifestano a un tempo, come si è veduto nella Fig. 7. e 8., in cui già di per sè danno i segni vivaci e continui sì il piatto, che lo scudo, questo *contrariamente* a quello: laddove nelle macchine ordinarie, sebben si preparino con i *cuscini isolati*, compajono è vero le due elettricità opposte; ma durando l'isolamento dei cuscini, ben presto ammutoliscono quasi del tutto i segni nella *catena*.

Il cambiar poi tosto nella contraria l'elettricità sì de' *cuscini* che della *catena* non è tanto agevol cosa nelle macchine usuali: anzi se queste, com'è di solito, portano il disco di vetro liscio, non è mai che si ecciti altra elettricità che di *difetto* negli *strofinatori*, qualunque essi siano, e di *eccesso* nella *catena;* se poi il disco sia di zolfo, potrem bene elettrizzare or nell'una, or nell'altra maniera, ma è mestieri per ciò cangiare di *strofinatori*. L'apparato nostro non abbisogna d'altro per mutar le vicende de' segni, che di compartir sopra il mastice la carica della caraffa da quella banda che la ricevette dallo scudo (es. gr. nella Fig. 4. va impugnata la pancia G della boccia, e visitato il mastice coll'uncino I). A tal uopo gioverà aver prima distrutta, mediante l'applicazione del fazzoletto, l'elettricità vecchia del mastice.

Ma queste vicende delle contrarie elettricità riescono poi affatto graziose usando di un Elettroforo per animarne un'altro, come nella Fig. 2.; e più avendone una serie: giacchè se il primo era elettrico per *eccesso* dà al secondo l'elettricità per *difetto*, e questo secondo porta novellamente carica d'*eccesso* al terzo; e così adoperando di seguito, il quarto diventa elettrico come il secondo, il quinto come il primo e il terzo ec. Alzando poi ad un tempo due scudi vicini, vale a dire contrariamente elettrizzati, ne spicca la scintilla del doppio più forte, coerentemente alla teoria.

Finalmente la costruzione del nostro apparato vi offre il mezzo più sicuro, e spedito di esplorare queste vicende medesime, ossia

Digitized by Google

la specie di elettricità in ogni caso. Abbiate un piccolissimo Elettroforo (può essere non più grande di due pollici), con de' fili appesi allo scudetto. Una volta sola che impressa ci abbiate l'elettricità qualunque, ad ogni sollevamento dello scudo si rizzeranno e divergeranno i fili, e, semprechè nota vi sia la specie d'elettricità onde rimangono imbevuti, vi dinoteranno coi moti d'*attrazione* o di *ripulsione* verso altro corpo elettrico, la specie di cui questo gode. Più chiara e decisiva ne sarà la prova, se due di cotai piccoli Elettrofori vi abbiano alla mano, un de' quali porti scolpita l'elettricità per *eccesso*, l'altro per *difetto*. Or questi, che convenientemente all'uso loro io chiamo *Esploratori*, servono ben meglio che i nastri di seta bianchi e neri soliti ad usarsi per tal uopo, i quali smarriscono presto la lor virtù, e ci obbligano a stroppicciarli tratto tratto: ciò che non accade di dover fare co' primi, che non abbisognano d'altro maneggio per giorni e settimane.

Diciamo or qualche cosa della superiorità riguardo alla *grandezza* o forza de' segni: e così diremo anche della facilità d'ottenerli mercè di alcune cautele. In generale le scintille da un apparato di mediocre capacità s'ottengono ben vive: e sono stato modesto anzichè nò nel dire che emulavano quelle d'una competente macchina ordinaria. Adunque un Elettroforo da tasca, qual è il descritto nelle figure, che porta lo scudo del diametro di pollici cinque inglesi, mi dà scintille alla distanza di due buoni diti, e talor più. Con un altro, che fu il primo da me costrutto di poll. 8. e tre quarti le ottengo all'intervallo di più di tre diti; e da uno di pollici 17. vengono sì scuotenti e fragorose, che son quasi insoffribili. Io m'aspetto da uno che sto facendo costruire di più di due piedi di diametro, effetti sovragrandi e strepitosi, superiori a quelli della miglior macchina ch'io mi abbia visto: giacchè mi s'ingrandiscono smodatamente i segni in ragione che cresce la superficie. Eppure con una superficie sì poco estesa, com'è quella di due pollici nel piccolo Elettroforo che ho chiamato *esploratore*, i segni sono bastantemente forti per manifestarsi con scintilluzze, e dare una carica sensibile ad una picciola boccetta.

Ma ecco le attenzioni necessarie per averne sì grandiosi effetti: e primamente riguardo alla costruzione. Egli è di troppo essenziale che lo strato del mastice sia sottile; e il meglio è sempre che lo sia il più che far si possa, salvo che la troppa sottigliezza non provochi

Digitized by Google

la scarica attraverso l'istesso mastice: perciò è da curar bene che alcuna screpolatura non dia luogo ad una spontanea esplosione; e l'orlo pure del piatto deve restare convenientemente distante dallo scudo od essere coperto dal mastice, ad oggetto di permettere la più forte carica, senza che se ne ecciti l'esplosione spontanea. La faccia poi del mastice vuol essere sì piana, che benissimo vi s'adatti lo scudo, piano esso pure nell'inferior faccia, però senz'ombra quasi d'angolo, e ben ritondato nel contorno. Dico piano il mastice, sebbene con la superficie alquanto scabra riesca con eguale o forse miglior esito; ma intendo che non v'abbiano ridossi, e grandi ineguaglianze, onde lo scudo sia tenuto discosto da molti tratti di superficie. È egli necessario l'avvertire, che se il mastice pel lungo uso si trova insudiciato convien ripulirlo? Non si crederebbe quanto contribuisca l'essere esso mondo e scevro d'ogni lordura. Però giova assaissimo tenerlo sempre ben custodito: e quando pur si vegga imbrattato (di che anche s'accorge per un certo viscidume, se si stropiccia) raschiandolo con una lama di coltello, e col far iscorrere per brevissima ora la faccia di questo mastice sopra le brage, o entro la fiamma stessa, gli vien tosto ridonata colla sua nitidezza l'ottima disposizione ad agire. Ho trovato che passandolo sopra la fiamma di una candela, quella sottil patina di che è lordo s'imbianca, e s'annebbia come fa l'alito sulla faccia di uno specchio, e tosto come questa sparisce, lasciandovi la maggior lucentezza. Ecco dunque un mezzo facilissimo di raccomodare il mastice guasto o imbrattato, senza fonderlo tutto di bel nuovo.

Riguardo al maneggio dell'apparato, se la giornata non è del tutto favorevole, bisogna asciugar bene al fuoco o al sole non già tanto il mastice, che, come s'è detto da principio, poco o nulla teme l'umido, ma la boccetta, e il manico isolante: ed è più spediente ancora in luogo di regger lo scudo per il bastoncino di ceralacca, alzarlo con cordicelle di seta asciutte e monde, e piuttosto lunghe. Come abbiam già toccata l'importanza di tener lungi dalla faccia del mastice la polvere e i peli, si vuol aggiungere che importa finanche di nascondere i manichetti, perchè essi pure a poca distanza rubano molto; il tener discosti le vesti ec. Quando poi occorre d'indurre primamente l'elettricità sul mastice collo stropiccio della mano, è più necessaria la cautela di far rientrare i manichetti (Fig. 5.); e necessarissimo è che essa mano sia ben asciutta: altrimenti varrà meglio

Digitized by Google

lo strofinare con carta, panno, e singolarmente con velluto bianco; ma trovandosi quella asciutta, e il mastice tersissimo, io prometto che il solo scorrere velocemente sulla faccia di esso col palmo due o tre volte senza premerlo con forza, basterà perchè abbiate tosto dallo scudo la scintilla quasi d'un dito.

Dopo tutto questo che ho detto de' vantaggi del mio Elettroforo, non ho pena a confessare, che le macchine ordinarie ben grandi, e ben eseguite ne' tempi favorevolissimi giungono più presto a caricare un quadro di ampia superficie, od una batteria, per la ragione che il fuoco vi cola incessantemente: laddove nel nuovo apparecchio spiccando le scintille con quella interruzione, che porta l'abbassare e rialzar lo scudo, più tardi ci si perviene. Ho detto ne' tempi *favorevolissimi:* perchè poi sono gli effetti dell'Elettroforo sì vivi anche ne' tempi men propizj, che vuolsi bene spesso preferire un simile apparato che sia grande, per l'oggetto pure di caricare quadri e batterie, alla macchina di vetro ordinaria, da cui le molte volte si pena a cavar partito. Oltre di che io credo non sarà difficile col tempo immaginare de' mezzi per ottenere cotesto necessario accostamento e discostamento dello scudo più speditamente, e con un moto uniforme, e con minor incomodo. Dirò anche che sto per metter mano ad un meccanismo assai semplice onde venirne a capo. Una molla, che al premere della mano od al girar d'una cordicella o staffa, alzi ed abbassi lo scudo, promette di dispensarmi da molta parte d'incomodo. Oppure in altra forma lo scudo portato da un pendolo, cui dia moto una ruota e un peso, e che vada a baciare a destra e a sinistra due piatti, ossia faccie di mastice elettriche, e così andando e venendo incontri nel mezzo da salutare con le scintille un conduttore, o la caraffa, mi rappresenta un doppio apparato, che per la ragione della celerità de' movimenti potrà darmi effetti molto più che duplicati.

Ma infine io dichiaro col miglior cuore che non ho l'abilità di riuscir bene in simili costruzioni meccaniche; che d'altra parte non è questo il mio scopo principale, e che per quanto io tenga conto e lo tengano tutti quelli, innanzi a cui ho mostrate in isteso l'esperienze, dei comodi che ne offre l'Elettroforo, io valuto assai più i lumi che mi si vanno svolgendo su diversi punti della teoria elettrica: intorno a che pubblicherò fra non molto le mie osservazioni già in parte comunicate al Signor Dottor PRIESTLEY.

Digitized by Google

(2)

Dal Volume III. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XLV** (*I*)

Dalla:

DESCRIZIONE
ED USO
DELL'ELETTROFORO

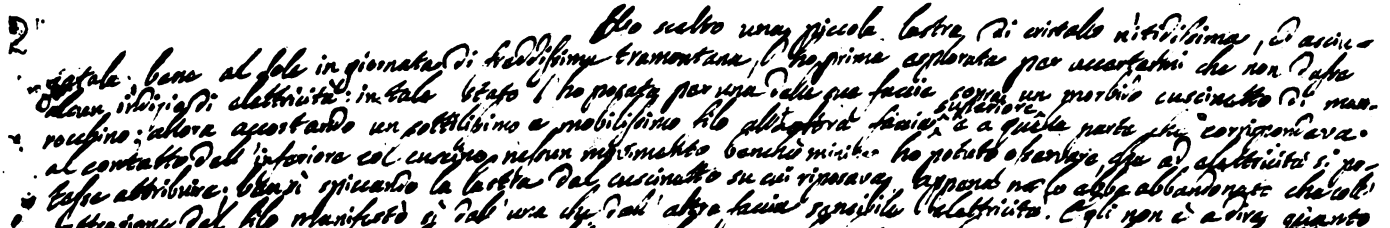
– 1785? –

NOTA.

Le esperienze, alle quali la nota pubblicata in questo N. si riferisce, sono sicuramente anteriori alla questione galvanica (1792), come il Volta stesso dichiara in una sua lettera al Van Marum in data 11 ottobre 1792 (pubblicata nel N. VIII (B) del Vol. I, Ediz. Naz.).

Digitized by Google

Digitized by Google



Riproduzione dell'Autografo dello scritto riportato a *pag. 25*.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ediz. Naz. - VOL. III - *Pag. 175.*

. . . . . .

Ho scelto una piccola lastra di cristallo nitidissima, ed asciugatala, bene al sole in giornata di freddissima tramontana, l'ho prima esplorata per accertarmi che non desse alcun indizio di elettricità: in tale stato l'ho posata per una delle sue faccie sopra un morbido cuscinetto di marrocchino: allora accostando un sottilissimo e morbidissimo filo alla faccia superiore e a quella parte che corrispondeva al contatto dell'inferiore col cuscino nessun movimento benchè minimo ho potuto osservare, che ad elettricità si potesse attribuire; bensì spiccando la lastra dal cuscinetto su cui riposava, appena ne lo ebbe abbandonato che coll'attrazione del filo manifestò si dall'una che dall'altra faccia sensibile elettricità. Egli non è a dire quanto comparisse più viva cotesta elettricità se al tempo che posava la lastra io la premeva alquanto sul cuscino; ad ogni modo non compariva mai che allo staccarnela. Ho fatto la medesima sperienza e coll'istesso successo, anzi migliore posando la lastra di cistallo sopra il mercurio; ogni volta che la levavo dal contatto di esso mi dava chiarissimi segni elettrici. Or da queste sperienze rilevasi che una piccola pressione vale a far passare il fuoco elettrico da un corpo all'altro, ne' quali poi trovandosi sbilanciato manifestasi coi soliti segni sol quando si separano: non vorrei neppure assicurare che di pressione faccia bisogno; basta forse il *contatto* solo; e la pressione non per altro promove maggiormente l'effetto che perchè adduce più punti al contatto: così la percossa favorisce dippiù; e lo *sfregamento*, multiplicando quasi infinitamente i contatti delle superficie.

. . . . . .

Digitized by Google

Digitized by Google

(3)

Dal Volume III. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XLVI**

Dalla:

LETTERA

AL

REV.DO PADRE BARLETTI

PROFESSORE A PAVIA

– Como, 18 Aprile 1777 –

NOTA.

In questa lettera il Volta dopo di aver parlato delle proprietà dell'aria infiammabile e dell'aria nitrosa, e delle sue esperienze sull'aria infiammabile, accenna a progetti di esperienze elettriche, a motivo delle quali si può intravvedere in lui un precursore della telegrafia elettrica.

Si pubblica solo quest'ultima parte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Riproduzione dell'Autografo dello scritto riportato a *pag.* 29.

Digitized by Google

Digitized by Google

. . . . . .

Quante belle idee di sperienze sorprendenti mi van ribollendo in testa eseguibili con questo stratagemma di mandare la scintilla elettrica a far lo sbaro della pistola a qualsivoglia distanza, e in qualsivoglia direzione e positura? In vece del colombino, che va ad appiccar l'incendio alle macchine di fuochi artificiali, io vi manderò da qualunque sito anche non diretto la scintilla elettrica, che col mezzo della pistola aggiustata al sito della pianta artificiata, vi metterà fuoco. Sentite. Io non so a quanti migli un fil di ferro tirato sul suolo dei campi e delle strade, che infine si ripiegasse indietro, o incontrasse un canal d'acqua di ritorno, condurrebbe giusta il sentier segnato la scintilla commovente. Ma preveggo, che in un lunghissimo viaggio de' tratti di terra molto bagnata, o delle acque scorrenti, stabilirebbero troppo presto una comunicazione, e quivi devierebbe il corso del fuoco elettrico spiccato dall'uncino della caraffa per ricondursi al fondo. Ma se il fil di ferro fosse sostenuto alto da terra da pali di legno quà e là piantati es. gr. da Como fino a Milano; e quivi interrotto solamente dalla mia pistola, continuasse e venisse in fine a pescare nel canale del naviglio, continuo col mio lago di Como; non credo impossibile di far lo sbaro della pistola a Milano con una boccia di Leyden da me scaricata in Como. Rappresentatevi l'esperienza in questa maniera *abcd* è il filo di ferro sostenuto dai pali, che lo conducono da *A* spiaggia del lago di Como fino a *B* spiaggia del naviglio a Milano, quivi attaccato alla palla *d* della pistola, non trova il conduttore che il piccolissimo intervallo *c* superabile dalla scintilla elettrica per continuarsi coll'altro fil di ferro *cf*, il quale viene a pescare nel canale *C* continuo col lago *DD*; quivi (cioè a Como) parte da un sito del lago il fil di ferro *gh* terminato in palla, e che viene solo a qualche pollice di distanza incontro alla palla del lunghissimo filo *abc*, acciò la boccia di Leyden possa col toccare una palla col fondo, e l'altra coll'uncino determinare la scarica a scorrere la strada *abcdefCDDh*, che è la strada dei conduttori, cui siegue ognora a preferenza di qualunque altro l'elettricità commovente.

. . . . . .

Digitized by Google

Digitized by Google

(4)

Dal Volume III. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XLVII** (*A*)

Dalle:

OSSERVAZIONI
SULLA CAPACITÀ DEI CONDUTTORI ELETTRICI
DEL SIGNOR
DON ALESSANDRO VOLTA
IN UNA LETTERA
AL SIGNOR DE SAUSSURE

– Como, 20 Agosto 1778 –

NOTA.

In questa Memoria Scientifica, stesa in forma di lettera, il Volta analizza l'influenza della forma sulla capacità dei conduttori e, risolvendo una questione ancora insoluta, dimostra l'eguaglianza della commozione ottenuta dalle scariche di un conduttore e di una bottiglia di Leida, quando la capacità del conduttore sia sufficientemente grande. Questa Memoria, della quale si pubblicano le parti più importanti, è di particolare interesse, perchè in essa il Volta mostra di possedere il concetto di potenziale elettrico di un conduttore*: che egli chiama col nome di* tensione.

Digitized by Google

Digitized by Google

Da molto tempo io mi era proposto di lavorare a un'opera sull'Elettricità, in cui avrei ridotto la massima parte de' fenomeni all'azione e giuoco delle *atmosfere elettriche*. Molte altre occupazioni, e ricerche di genere diverso me ne hanno distolto: non ne ho però deposto il pensiero. Ma perch'io vedo che la cosa potrà andare in lungo; e voi già mostrate desiderio, o Signore, ch'io vi facessi parte delle mie idee ed osservazioni, ho pensato intanto di soddisfarvi in qualche maniera, staccando dal resto questa particella, che può in certo modo stare da sè; le altre cose tutte essendo così legate, che non potrebbero una senza l'altra e senza l'intiero complesso essere nè spiegate a dovere, nè abbastanza intese.

§ 1.

Della capacità dei Conduttori Elettrici.

È stato dimostrato, e niuno più de' Fisici Elettrizzanti dubita, essere la capacità del Conduttori in ragione non già della massa, ma del volume e superficie di essi. Tralle altre la bella e originale sperienza di FRANKLIN della catena ammucchiata e accolta in un catino elettrizzato, la quale quando esce fuori e si dispiega nell'aria, accresce capacità al Conduttore, e come vi ricada ne lo riduce all'angusta capacità di prima; ma singolarmente e soprattutto le sperienze fatte intorno al così detto *pozzo elettrico*, di cui voi foste il primo, Signore, a darci una bella analisi, ci fan vedere e toccar con mano come l'elettricità sulla esterna faccia solamente de' Conduttori si dispieghi. Quindi è che nelle nostre macchine per uso de'

Digitized by Google

Conduttori comodi a un tempo e capaci soglionsi in oggi adoperare grossi cilindri, e sfere vuote d'ottone (giacchè il farli massicci a nulla giova), cannoni grossissimi di latta, ovver'anche di cartone ricoperto di foglietta metallica, o carta dorata ec. In somma si cerca che il volume sia grande, cioè ampia la superficie del Conduttore, qualunque siane la figura, salvochè puntuta od angolosa: poichè ben ci è noto per altro principio come e quanto le punte e gli angoli favoriscano la dispersione dell'elettricità.

Ma niuno s'è ancora avveduto, ch'io sappia (o se per avventura taluno ne ha dato un cenno, lungi è troppo che siasi la cosa posta nel lume che merita), che di due Conduttori di egual superficie fra loro quello abbia maggior capacità, che di tal dato volume più gode in lunghezza, che in larghezza o in grossezza. Eppure la differenza è notabilissima. Alcune sperienze intorno all'azione delle atmosfere elettriche mi hanno condotto a questa scoperta, e a stabilire le seguenti proposizioni, cioè: che la grossezza di un Conduttore conferisce molto meno che la lunghezza alla capacità di lui: che la figura sferica non è la più vantaggiosa a tal oggetto; che lo è assai più la cilindrica: che però anche riguardo ai cilindri se non può dirsi assolutamente superfluo il dare ad essi un gran diametro in grossezza (come fassi comunemente coi cannoni di latta, o di cartone destinati ad uso di *gran-Conduttori*), è però un meschino vantaggio che se ne ritrae, e incomparabilmente minore di quello che trarrebbesi, se in luogo di grossezza gli si desse un equivalente in lunghezza: che in una parola poco importa che il Conduttore sia grosso, ma molto che sia lungo.

Per comprovare le asserite cose con delle sperienze che fossero decisive, ho preso tre cilindri di legno, il primo della lunghezza di un piede, e del diametro di 4. pollici, il secondo lungo il doppio, e la metà men grosso; il terzo lungo otto volte più e altrettanto men grosso: cioè quello ha 2. pollici di diametro con 2. piedi di lunghezza, questo 8. piedi di lunghezza con 6. linee di grossezza. Ciascheduno di questi tre cilindri ha dunque un'egual superficie, cioè di un piede quadrato, senza contare però quella delle teste, per cui il vantaggio sta dalla parte del cilindro più grosso. Sono poi tutti similmente inargentati e bruniti, e così resi buoni Conduttori. Or giusta la legge generalmente stabilita, che la capacità dei Conduttori siegue la ragion delle superficie, dovrebbe poter ricevere e contenere tanto l'uno

Digitized by Google

quanto l'altro di tali cilindri un'eguale dose di elettricità; anzi un poco più il cilindro più grosso, per conto della maggiore superficie, che, come s'è detto, si trova avere alle due teste. Ma la cosa non va così: il cilindro grosso 2. poll. e lungo 2. piedi riceve una quantità notabilmente maggiore di elettricità di quello che ne riceva il cilindro grosso 4. poll. e lungo solamente un piede. Il cilindro poi grosso appena 6. lin. ma in compenso lungo 8. piedi si carica incomparabilmente più che questo o quell'altro, e più che ambedue gli altri insieme.

Se alcun mi domandasse com'accertar si possa, che uno riceva maggior dose di elettricità che l'altro, non avrei che a fargli provare la scintilla di ciascuno di questi Conduttori caricato quanto più si può, finchè e. g. ne spiccia il fuoco spontaneamente nell'aria: sentirebbe quanto la scintilla del cilindro lungo e sottile è più scotente della scintilla dell'altro corto e grosso, e del mezzano ancora. Per voi, Signore, che sapete meglio di me giudicare dai moti di un Elettrometro (mi servo ancor io come voi di un semplice filo di lino teso leggermente da una pallottola di sovero, e che pende lungo il dorso d'un assicello), che comprendete che quanto più d'azione e di giri della macchina accade d'impiegare per far salire il pendolino ad una determinata tensione, tanto maggiore vuol dirsi che sia la capacità del Conduttore, basterà il dirvi, che appunto conviene aggirar la macchina dippiù per il cilindro più lungo e sottile; che quanta tensione eccita per avventura un sol giro negli altri grossi, non l'eccitano ancora tre o quattro giri nel detto cilindro lungo. Sapete altresì, che appressando l'uncino di una boccia di Leyden carica ad un Conduttore isolato, ne trae questo una scintilla proporzionata alla sua capacità. Ora de'tre miei cilindri quello che riceve dalla boccetta scintilla più grande, e di molto, egli è appunto il più lungo e stretto.

Ella è dunque posta fuor d'ogni dubbio la prevalenza riguardo alla capacità di quello tra' Conduttori di egual superficie, che supera gli altri in lunghezza, quanto ad essi è inferiore in grossezza: prevalenza notabilissima, e che d'or innanzi dovrà determinarci ad abbandonare i grossi cilindri o cannoni usitati, per sostituirvene de' sottili ma altrettanto più lunghi; come sono i bastoni di legno inargentati, ch'io adopro con ottimo successo e con minor dispendio. Ma non vi sarà poi limite alcuno da osservarsi circa questo assot-

Digitized by Google

tigliamento dei Conduttori compensato per conto di lunghezza? Sì: vi è quello suggerito dalla facile dispersione dell' Elettricità, che spruzza da sè nell'aria quando il cilindro non sia più grosso di un grosso filo di ottone. Se tal dispersione non fosse, un sottil filo di rame tanto lungo, che venisse ad avere la superficie di un piede quadrato (supposto che il diametro fosse di $\frac{1}{3}$ di linea, importerebbe la lunghezza di 144. piedi) formerebbe un Conduttore molto superiore al mio bastone di 8. piedi lungo e 6. lin. grosso. Senza dubbio, esso sarebbe più capace; inquantochè a caricare di elettricità l'uno o l'altro fino a un determinato grado di tensione (marcata dal segno a cui sale il pendolino dell'Elettrometro) s'impiegherebbe tempo ben diverso, cioè assai più per caricare il filo; il quale conseguentemente vibrerebbe a quel dato grado di tensione scintilla più grossa e scuotente. Un'esempio di questo lo abbiamo nel lungo filo, che dalla spranga Frankliniana o *parafulmine* sia condotto in una stanza; il qual filo elettrizzato comechè a piccola tensione ci dà scintille corte sì, ma rabbiose e scuotenti, e dippiù per un po' di tempo continue. Io mi sovvengo d'avervi una volta detto, parlandomi voi di un tal fenomeno che non vi parea facilmente esplicabile, come io avrei creduto poterne rendere compiuta ragione e piena, deducendola dalla grande capacità di questo lungo filo, eccedente di molto la capacità degli ordinarj Conduttori. Certamente la notata disparità degli effetti non procede perchè l'elettricità instillata alla spranga e al filo dalle nuvole agisca in un modo suo particolare, o diversamente dalla nostra elettricità artificiale. Il sospetto è vano. Provate ad infondervi l'elettricità colla macchina ordinaria o con una boccia carica, e quinci a trarre dal filo le scintille; saranno non altrimenti che quelle del temporale, pungenti, rabbiose sebben corte, e molte seguentisi. Ma poi è da notare, che siccome arrivata l'elettricità a certa non molto grande tensione si disperde dal filo, a cagione di sua troppa sottigliezza, e massime dalle scabrezze, che regnano quà e là, e toglier non si possono; così all'incontro il bastone di legno inargentato della grossezza di 6. lin., purchè sia in tutta la sua superficie ben liscio e forbito, può esser caricato di più, cioè elettrizzato a molto maggior tensione, non iscagliando esso il fuoco in ispruzzi spontanei se non dall'estremità quando finalmente si trovi estremamente carico; e neppur da queste, ove guernite sieno di grosse palle levigate.

Digitized by Google

La grossezza dunque di 6. lin. ne' bastoni di legno inargentati io la trovo più che sufficiente per l'elettricità, che vi si voglia portare a qualunque tensione. Del resto tutto quello di ampiezza che uno cerchi di dare alla superficie del Conduttore, acciò divenga capace di una gran dose di elettricità, vuol essere in pura lunghezza. Dietro una tale idea io mi son procacciato un Conduttore, che riceve una strana quantità di elettricità, e da cui si cava una scintilla intollerabile, che scuote fortemente tutta la persona. È fatto questo gran Conduttore di dodici bastoni di legno della succennata foggia e grossezza, cosicchè in 96. piedi di lunghezza non hanno di superficie in tutto che 12 piedi quadrati. Non eccedono pertanto la mole di un cilindro, che fosse lungo solamente 6. piedi, ma grosso 8. pollici: le quali misure se le abbia un cannone di latta o di cartone dorato, tiensi per uno de' Conduttori assai capaci. Ma troppo sorpassano que' bastoni disposti in lunga fila un tal grosso cannone nella quantità dell'elettricità che ricevono, e degli effetti che producono veramente poderosi. Colla mia macchina a disco di cristallo, quando anche agisce vigorossisimamente, fa bisogno, per portare l'elettricità nella lunga serie de' miei bastoni alla massima tensione, di venticinque o trenta giri, nulla meno di quanto ricercasi per caricare fortemente una piccola boccetta di Leyden: laddove quattro o cinque giri solamente vi vogliono per eccitare la massima tensione nel cannone di 6. piedi. Corrispondentemente chi si cimenta a cavare da quelli o da questo una scintilla col dito, sente l'enorme differenza che vi passa; mentre comechè tragga forte e vivace scintilla eziandio dal cannone, è però di gran lunga men grossa, piena, e scuotente che quella dei bastoni.

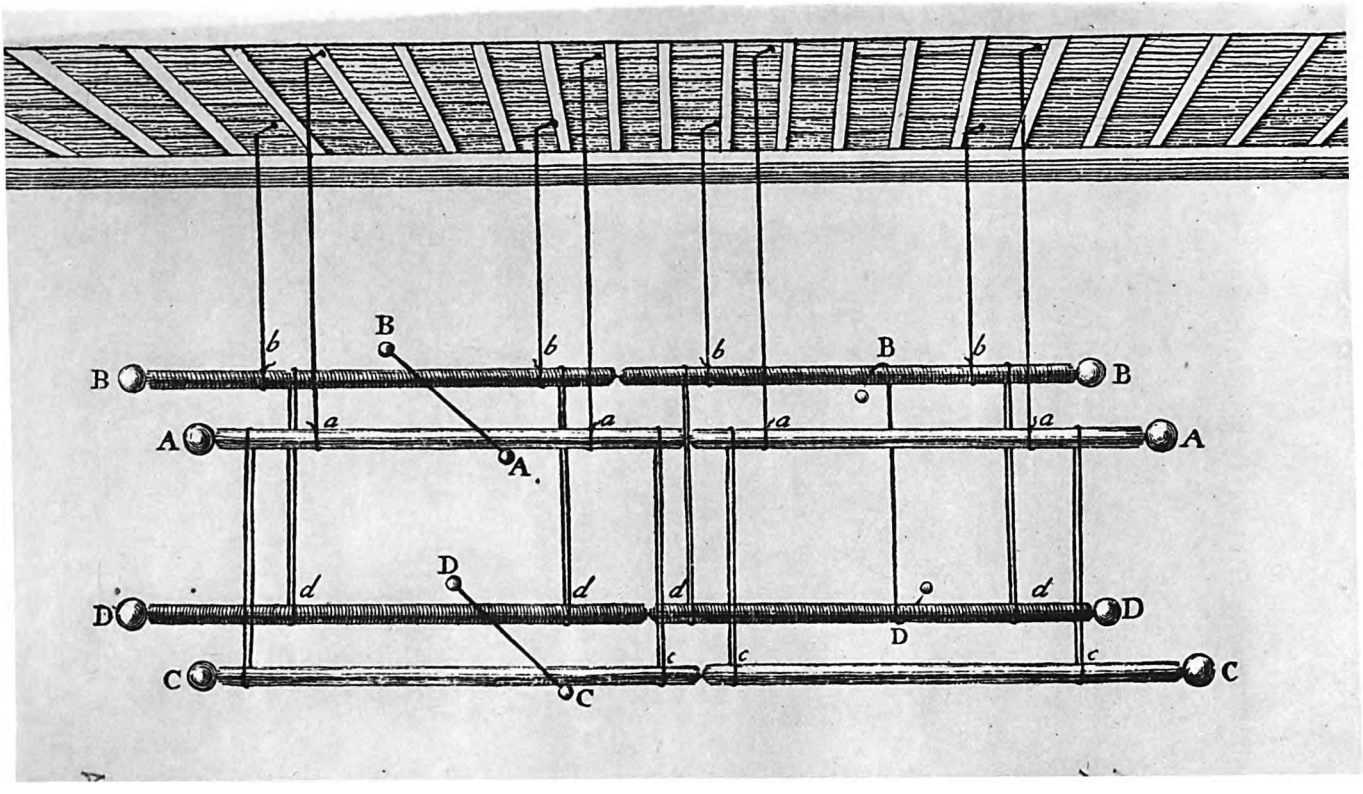
Non vi dovrà esser più dunque, lo ripeto, chi proponendosi di avere da un Conduttore effetti grandiosi, non voglia sostituire ai grossi cannoni, sfere, ed altri corpi stati fin quì in uso i miei bastoni di legno inargentati, e disposti al lungo punta a punta. Se non che il disporli di questa guisa, mi si dirà, non è sempre facile, anzi neppur possibile, se non si fa in una stanza grande o in un lungo corridore; e diviene poi sempre imbarazzante. Certo ci fa bisogno di una stanza grande anzichenò, o della fuga di una galleria: tuttavolta non si richiede che sia questa o quella lunga tanto quanto i bastoni tutt'insieme; giàcchè non è necessario disporli in una sola fila: si possono convenientemente ripartire in due, tre, quattro file

Digitized by Google

parallele in un piano orizzontale, a misura che la stanza o il corridore è largo; e inoltre sotto le prime altre file si possono collocare, e dopo il secondo il terzo ordine ec. secondo che l'altezza della stanza può comportare. Basterà solamente che dall'una all'altra fila passi la distanza di tre in quattro piedi: condizione importantissima, di cui verremo tosto indagando la ragione. Nulla poi di più facile che l'isolare perfettamente tutte quante le file, sospendendole con cordoncini di tortiglia: quelle del prim'ordine alla soffitta della stanza; quelle del secondo al prim'ordine ec. Un colpo d'occhio alla qui annessa figura vi dà l'idea dell'accennata disposizione. AA BB sono due file di bastoni sostenuti dalle cordicelle *aaaa*, e *bbbb* raccomandate alla soffitta CC DD altre due file appese al primo ordine per le cordicelle *cccc*, e *dddd*. Come il secondo ordine al primo, così il terzo al secondo, e al terzo il quarto ec. si possono far succedere: e similmente come di due file, così di tre, di quattro, e di quante più un vuole, si può formare ciascun ordine o piano. A far poi che tutte comunichino, e compongano un sol Conduttore basterà una verga metallica per ciascun ordine posata attraverso il corso delle file in modo che tutte insieme le tocchi, come ABCD; e un'altra verga, come BD congiunga un piano coll'altro. Ben s'intende, che i bastoni componenti ogni fila debbono toccarsi e restare uniti punta a punta: e comechè ad ognuno possa suggerire un qualche mezzo di ottener ciò, tuttavia non istimo superfluo di accennare il mio, che è di ficcare sulla testa di un primo bastone un pezzo di fil di ferro, il quale ne sporga un pollice o più, acciò con tal parte sporgente entri in un foro praticato nella testa di un secondo bastone, e così di seguito.

Or parliamo più di proposito della distanza delle file. È ella poi richiesta assolutamente cotanto grande? E se in luogo di tre o quattro piedi si accostassero a tre o quattro pollici solamente, quale svantaggio ne verrebbe? Grandissimo: quello di ristringersi incredibilmente la capacità del Conduttore. Di vero pare incredibil cosa; perchè la superficie riman pur tutta di tutti i bastoni, come prima. Ma conviene osservare che non è più, come dianzi, tutt'affatto libera. Convien riflettere che per siffatto avvicinamento vengono i bastoni ad essere immersi nell'atmosfera elettrica, ossia sfera di attività, un dell'altro. Ebbene questa atmosfera elettrica di uno che fa ella sopra di un'altro corpo, che vi sia immerso? Viene

Digitized by Google



Conduttore formato da file di bastoni di legno inargentati e comunicanti fra loro. (Vedi *pag. 38*).

Digitized by Google

Digitized by Google

a portarvi una tensione, ossia ad attuarvi una elettricità omologa, a un grado più o meno intenso secondo che più o meno è avvolto in detta atmosfera, secondo che vi si trova immerso più o meno profondamente, e vicino al centro di attività. Questa è una verità di fatto; e non accade qui rintracciarne la ragione e il modo. Or quanto un corpo ha già di tensione elettrica, tanto meno gli resta di capacità per ulteriore elettricità omologa. Così dunque stando i bastoni tra loro poco discosti, al primo infondervi l'elettricità, quel grado di tensione che risultar dee per quella dose che ciascun riceve in proprio, s'accresce di molto per l'azione che vi giugne de' compagni; sicchè venendo in tal modo attuati tutti a maggior tensione, tutti per conseguenza arrivano più presto al termine della loro capacità. Se vi fosse il caso in cui un corpo per parte unicamente delle atmosfere elettriche venisse attuato alla massima tensione, non potrebbe quegli già più ricevere di elettricità propria (s'intenda *omologa*). O se acquistasse giusto tanto di tensione, quanto ne ha il corpo attuante, non riceverebbe da questo, neppur toccandolo, la più piccola scintilla, nè gli verrebbe compartito punto di assoluta elettricità. E questo è giusto il caso *del pozzo elettrico*, in fondo a cui *la secchia*, investita da tutti i lati dall'atmosfera elettrica, ne viene appunto *attuata ad egual tensione;* e perciò nulla dal pozzo le si comparte della propria elettricità.

Or si comincia a intendere perchè in un grosso e corto cannone, che abbia non minor superficie, ed anche un po' maggiore di un lungo e sottil cilindro, più presto l'elettricità vi si porti alla massima tensione, e per conseguenza non vi si possa accumular in così grande quantità. Se idear vogliamo la superficie di quello divisa in tante liste o fasce longitudinali, potrem concepire ciascuna *attuata*, a maggior tensione dalle aggiacenti: a tensione, dico, maggiore di quella che la propria infusavi elettricità da sè sola le porterebbe. Cosa ottiensi dunque commutando con altrettanta lunghezza la grossezza del Conduttore? Si riducono a meno le ideate fasce, si toglie via buona parte delle atmosfere laterali, si libera, diciam così, se non da tutte da molte forzate e importune tensioni la superficie; e quinci vi riman luogo a tanto maggior dose d'elettricità propria ed assoluta.

Non ho voluto estendermi dippiù in questo campo delle atmosfere elettriche oltremodo fecondo, e che mena diritto ai principali fenomeni e leggi dell'Elettrictà; ma ho preso soltanto ad esporre

Digitized by Google

in termini e modi generali quello che ha una necessaria relazione coll'oggetto che mi era proposto. Troppo più diffondermi conveniva se avessi voluto rimontare ai principj; ma scrivo una lettera, e non un trattato; e la scrivo a Voi, Signore, a cui non fa bisogno spiegare davvantaggio, e forse nemmen tanto occorrea di dirne, poichè siffatta materia delle atmosfere elettriche e foste de' primi ad illustrare, e intendete più di me a fondo. Io poi destino per una memoria a parte tutto quello che le mie osservazioni m'hanno insegnato intorno all'azione delle Atmosfere elettriche: delle quali mie osservazioni e idee alcune e singolarmente quelle che riguardano la virtù delle punte, già vi son note per varj discorsi che con voi feci su tal soggetto le poche volte ch'ebbi il piacere di goder la vostra conversazione.

§ 2.

Della commozione che può dare un semplice Conduttore.

Io non so che alcuno sia giunto ancora ad ottenere da un Conduttore semplice una commozione gagliarda in nulla dissimile da quella che dà la boccia di Leyden, o il quadro magico: commozione cioè che si faccia sentire alle braccia e al petto; che scorra per una lunga catena di persone, scuotendole tutte validamente ec. Mi è noto solamente che i Signori WILKE ed EPINO sono riusciti a fare l'esperimento della *commozione* con que' due larghi piani deferenti affacciantisi a poca distanza, un de' quali venendo elettrizzato *in più*, ossia infondendovisi eccessiva dose di fuoco, obbligava l'altro a spogliarsi in parte del proprio; e so che si è voluto spiegare tal fenomeno coll'idea che si caricasse propriamente una *lastra d'aria*, in simil modo che si carica una lastra di vetro armata, facendo appunto per la lastra d'aria officio di armature gl'istessi due piani deferenti. Ma io posso ora far vedere che non v'è bisogno nè di lastra che si carichi, nè di tal doppia armatura, nè, in una parola, della combinazione delle due contrarie elettricità, perchè abbia luogo la vera commozione; e che un semplice Conduttore e solitario, sol che sia di sufficiente grandezza, basta a produrla eguale e nella qualità e nella quantità a quella che ne dà qualsivoglia boccia di Leyden, o quadro magico. E tanto ho predetto innanzi che potessi veri-

Digitized by Google

ficarlo, come dipoi feci pienamente, sopra il capacissimo Conduttore composto di dodici bastoni, di cui ho parlato ampiamente di sopra, e che all'oggetto principalmente di questa prova ho voluto fabbricarmi.

Questi sottili bastoni disposti in una sola fila, ovvero in più, ma colla necessaria distanza, come ho spiegato, i quali fanno in tutto 96. piedi di lunghezza, quando sono elettrizzati a dovere, se alzo il dito per toccarli, vibranmi contro tal scintilla, che mi scuote tutto il braccio singolarmente al gomito, e il collo di uno o de' due piedi insieme. Se un'altra o più altre persone mi dan mano, esse pure nelle giunture delle braccia e de' piedi simile scossa riportano. Fin qui per altro, comechè sia già questa a chi ben mira e intende una vera commozione, simile a quella che si rileva da una boccia ben carica, di cui si tocca il solo uncino, stando essa col fondo posata sul pavimento non molto asciutto, e stando la persona che tocca ella pure in piedi sul pavimento medesimo, è ancor distante molto da quella violenta scossa che si sente toccando l'uncino con una, e il ventre della boccia coll'altra mano a un tempo. Volete dunque una scossa di tal polso anche dal mio Conduttore? Toccatelo con una mano, mentre coll'altra toccherete un fil di ferro, che va a terminare in un pozzo, o nella terra umida: oppur, senz'altro, fate che sia ampiamente adaquato il pavimento della stanza.

La comunicazione con un tal filo metallico, od altro buon deferente continuo, che porti giù nell'ampio universal ricettacolo della terra, è necessaria per dare il libero sfogo all'eccessiva dose di elettricità che si trova accumulata nel capacissimo mio Conduttore: sfogo che il sol pavimento, poco deferente allorquando è asciutto, non concede che a piccola quantità di fuoco, una grande non trasmettendola che successivamente e a stento. Una prova ben chiara di ciò è che se si sperimenti sopra uno de' soliti Conduttori piccioli o mezzani, ed anche competentemente grandi, avverrà che per via di una sola scintilla, che un uomo comunicante semplicemente col pavimento ne cavi, scintilla ch'ei sente unicamente sul dito che ne vien colpito o poco più in là, avverrà, dissi, che si spogli quel Conduttore di tutta l'Elettricità che contiene, la quale elettricità comunque portata alla massima tensione, è tuttavia in poca dose, attesa l'angusta capacità di tal Conduttore. All'incontro se sia questo assai capace, come lo è il mio esplorandolo col dito, o con un pezzo di me-

Digitized by Google

tallo, dopo la prima scintilla gagliarda, scuotente discretamente il braccio e il collo del piede, si estrarranno replicate altre scintille assai più picciole, ma tuttavia pungenti. Non così però se il pavimento sia abbastanza umido, o meglio se chi esplora il Conduttore tocchi a un tempo il filo di ferro suddetto, che va a terminare sotto terra: in tal caso una sola scintilla, che porta una scossa altrettanto più forte, disperde quasi tutta l'elettricità. Vedesi dunque chiaramente come il pavimento asciutto, il quale niuno o almeno non sensibil ritardo apporta al passaggio del fluido elettrico, quando è in discreta copia, lo apporta poi notabilissimo quando la piena ne è soverchiamente grossa. Il che ancor meglio si vedrà, se farassi che una, due, o più persone tocchino la mano, la gamba, il collo o qualunque altra parte non troppo coperta dalle vesti, di colui che s'accinge a trarre la scintilla dal gran Conduttore, o senza anche toccarlo gli presentino a picciolissima distanza la punta del dito; perocchè all'atto ch'egli provocherà sopra di sè la scarica, scosse verranno con esso lui le altre persone eziandio, e balzerà visibilmente la scintilla dalla mano, dal collo ec. di quello alla punta del dito di queste. La stessa sperienza e al modo stesso succede, se in luogo di trarre la scintilla dal mio gran Conduttore, si cava dall'uncino di una boccia fortemente carica. E in questa, e in quella sperienza l'eccessiva quantità di fuoco, che si affolla nella persona che lo riceve immediatamente dal Conduttore o dalla boccia non potendo pervadere liberamente e tutt'a un tratto il pavimento, schizza quà e là e si sparge in varj rami, gettandosi di preferenza ne' corpi più deferenti, che trova più a portata di fargli strada, più capaci ec. Se vi avrà a cagion d'esempio una ringhiera di ferro, e la tocchi con una mano, chi tragge la scintilla coll'altra dal Conduttore, sarà scosso nelle due braccia, non più nel collo del piede: se comunichi con tai ferramenti non immediatamente, ma per mezzo d'una catena di persone, la scossa si propagherà egualmente a tutte. Questa poi sarà più grande a proporzione che il corpo deferente, a cui comunica la persona, o la catena di persone, sia più ampio, e sia deferente più perfetto. Così umettando bene ed ampiamente il pavimento della stanza, massime s'è terrena, la corrente del fuoco non si dirigerà più per gran parte verso la ringhiera, che sia piantata in un muro secco, comunque la tocchi un della catena; ma meglio passerà giù pei piedi nel pavimento; e la scossa si sentirà più violenta

Digitized by Google

al collo del piede, e fin sopra al ginocchio. Così andate discorrendo per le varie disposizioni che incontrar si possono. Avrete sempre più o men valida scossa a norma dello sfogo che s'apre, e potrete indovinare qual direzione prenderà la scossa medesima. Ma perchè sia intiera e valida quant'esser può, cosicchè dia al petto, bisogna stabilire, come ho già detto, una comunicazione con corpi deferenti tale, che libero e intiero sfogo conceda a tutta la copia di elettricità, accumulata nel gran Conduttore; sicchè a un colpo solo si scarichi. E questa comunicazione non s'ottiene mai così bene, come mandando un filo metallico dalla stanza fino in fondo d'un pozzo, o a seppellirsi nella terra umida.

Io mi piaccio sovente di far sentire la vera e forte commozione che dà il mio gran Conduttore, e vedere a un tempo come e quanto il foco elettrico presceglie la strada de' migliori deferenti, e la segue religiosamente pel corso continuo fino al grande universal ricettacolo, con questa sperienza ch'è altrettanto bella quanto eloquente. Una persona posa la mano su d'una tavola, ove è fisso ad una picciola lastra un capo del filo di ferro, che dopo varj giri sul pavimento della stanza posta al terzo piano della casa, mette fuori della finestra, e lungo i muri prostrato per alcune centinaia di piedi va finalmente coll'altro capo a terminare in un pozzo. La persona posa, come dicea, la mano sulla tavola in modo, che le mancano solo alcune linee per toccare coll'estremità delle dita il detto filo o la lastra. Un'altra persona portatasi abbasso in vicinanza del pozzo spezza colaggiù il filo di ferro, e i tronchi capi impugna un colla destra, l'altro colla sinistra. Così stando le cose disposte, dico alla prima persona che cavi colla mano che tiene in libertà la scintilla del gran Conduttore: ed ecco che la scintilla si ripete e balza piena e vigorosa dalla punta delle dita posate sulla tavola alla lastra o filo di ferro quand'anche sia distante di più di un mezzo pollice e fin d'un pollice intiero: intantochè risente la persona medesima nelle braccia e nel petto una potente commozione; ed una simile niente o poco minore sente pur l'altra persona rilegata presso al pozzo.

Tutte queste prove ed altre molte, che tralasciar mi conviene adesso, si uniscono a dimostrarci, che la quantità di fuoco elettrico, che rapidamente, e a un colpo, diciam così, invade ed attraversa il corpo, è la cagion vera e propria della commozione: che questa cor-

Digitized by Google

risponde a punto e a pelo a tali due condizioni della dose di elettricità accumulata da una parte, e dello sfogo che trova dall'altra. Non accade più dunque di mettere studio a rintracciare altra cagione, di ricorrere ad una maniera particolare di agire del fuoco elettrico nella scarica delle lamine isolanti, ad una supposta reazione, a qual siasi non intesa energia. Non c'è altra energia che quella, che chiamo *tensione di elettricità*, che è poi lo stesso che lo sforzo di spignersi fuori: il quale sforzo o tensione non può esser maggiore nella faccia della lastra caricata di quello sia nel Conduttore che gli dà tal carica. Inezie poi sono il tirare in campo delle immaginarie oscillazioni delle parti di tali lamine, l'ideare di posta la fabbrica di tali parti, la configurazione de' pori, e somiglianti cose. Il giusto e il vero punto è di cercare come tanta quantità di elettricità raccoglier si possa sulla faccia d'una lamina isolante armata, come abbia sì prodigiosa capacità un quadro di pochi pollici, quanta appena si trova in un Conduttore di molti piedi. Del qual problema io trovo la spiegazione chiarissima nella teoria delle atmosfere elettriche, essendo una conseguenza dello scaricarsi del fuoco proprio che fa una faccia in ragione che la faccia opposta si carica dell'altrui. Ma di ciò avrò luogo di parlare più di proposito.

. . . . . .

Ediz. Naz. - VOL. III - *Pag. 226.*

. . . . . .

Un Conduttore fatto come il mio di molti sottili bastoni inargentati, che sia lungo in tutto 96. piedi (prendiam cento per facilità del calcolo) è capace di contenere tanto di elettricità quanto una lastra di vetro di discreta spessezza avente di buona armatura 4. poll.; di dare una commozione di egual polso; e di produrre altri effetti nulla men validi. Per esser dunque equipollente a un quadro di 12. poll., cioè d'un piede quadrato d'armatura, dovrebbe essere la lunghezza nove volte più grande, vale a dire presso a 900. piedi. Che bel vedere allora con una scintilla veramente fulminante di tal semplice Conduttore uccidere un uccelletto, fondere una sottil foglietta d'oro! Ma, è cosa poi cotanto difficile il procacciarsi tanti

Digitized by Google

bastoni inargentati, e il disporli come conviene? Il disporli non già: chè un vasto portico quadrato, ovvero alcuni corridori seguentisi capir li possono tutti in una sola fila. Se poi i portici o corridori fossero larghi discretamente ed alti, si potrebbero tirare quattro ordini di quattro file di bastoni per ciascuno sul modello della figura in cui per minor imbarazzo abbiam disegnati due ordini solamente, e due sole file per ordine, colla debita distanza d'una fila dall'altra. Per tal modo avremmo un Conduttore, la di cui scarica, e i di cui tremendi effetti agguaglierebbero quelli di una potente batteria elettrica, qual è una che sia composta di 16. boccali di un piede quadrato d'armatura ciascuno, ma costruita a dovere. La vostra, Signore, formata di due campane di vetro, non credo che oltrepassi, almen di molto, i 16. piedi quadrati d'armatura: eppur quali strepitosi effetti non ne ho io stesso veduti ed ammirati? Voi con essa fondete, più, disperdete in faville un filo metallico non de' più sottili; voi il fondete pur anche nell'acqua; e cento altre cose fate incredibili quasi a chi non le ha vedute. Le grandi batterie di PRIESTLEY, e di FONTANA non so che facciano molto dippiù. Dunque anche il Conduttore ch'io mi compiaccio di contemplare in immaginazione, composto di 16. file di bastoni lunghe 900. piedi ciascuna, fonderebbe, disperderebbe, ammazzerebbe grossi animali; in una parola fulminerebbe. Ma io poi non mi fo illusione fino al segno che speri di veder unqua messo in opera un così sterminato Conduttore. Un WATSON forse sarebbe tentato di farlo, egli che prolungò, ad altro intendimento (cioè per mostrare l'estrema celerità con cui si comunica la virtù elettrica da un capo all'altro d'un buon Conduttore comechessia lunghissimo), de' fili di ferro e delle corde bagnate, isolati tutti, a più di duemila tese: a cui perciò scrivea il MUSSCHENBROEK *magnificentissimis tuis experimentis superasti conatus omnium.* Di vero non so fin dove giungeranno i miei o gli altrui sforzi riguardo a fare dei Conduttori oltremodo lunghi: che poi alla fine di poco utile sarebbero. Non di utile alla pratica; perchè ciò che far si può colle boccie, quadri, e batterie tanto più comode, a che cercare di ottenerlo in altro modo con gravissimo dispendio ed imbarazzo? Non alla teoria; attesochè parmi, seppur troppo non presumo, di aver già fatto abbastanza per quella, quando giunto sono col mio Conduttore di 96. piedi a dimostrare, come la commozione, e ogn'altro effetto che produce la boccia o il quadro armato, può produrre eziandio

Digitized by Google

un semplice Conduttore: come a tale effetto gli basta d'avere una conveniente capacità: e come questa capacità è in lui più grande a misura che la sua superficie è più estesa in lungo. Dunque il contemplare anche solo in immaginazione quello smisurato conduttore, sarà vano, inutile, puerile? Non già; se può somministrarci od agevolarne in qualche modo l'idea del gran potere di una nuvola elettrica fulminante. Ecco l'idea suggeritami, e che volgo in mente.

Suppongo che la nuvola, la qual profonde una strana copia di elettricità al para-fulmine, cui pende sopra in alto, o che s'abbassa a scaricare dove che sia un vero fulmine, non sia più lunga di 900. piedi, larga altrettanto, e grossa sol 90. Qual immane dose di elettricità non può essa contenere! Massime che potrebbe in lei crescere a molto maggior tensione di quella che o i nostri vetri dar possono, o i nostri conduttori sopportare. L'eccessiva tensione dell'elettricità delle nuvole a me sembra che venga infatti indicata dal giugnere la loro sfera d'attività da così alto fino in terra. Ma posto anche che l'elettricità della supposta nuvola non ecceda la tensione ordinaria de' nostri Conduttori elettrizzati artificialmente: io considero uno spazio d'aria così grande come la nuvola rappresentata; e calcolo che vi potrei collocare 1000. file de' miei bastoni lunghe 900. piedi, in guisa che resterebbero ancora discoste una dall'altra ben 9 piedi; tanto cioè, che per l'azione delle atmosfere non s'impediscano vicendevolmente di ricevere tutta quella dose di elettricità che ciascuna fila può portare da sè. Ogni fila dunque essendo lunga 900. piedi si caricherebbe come una tavola magica di un piede quadrato di armatura: sicchè tutte insieme quelle file varrebbero una batteria elettrica di 1000. piedi quadrati di superficie di vetro armata. Abbiamo noi l'idea pur solo degli effetti spaventevoli che produrrebbe una tal batteria? Che sono mai a petto di questa quelle che si sono fin quì vedute? Uno scherzo. Ma poi il complesso di tutte queste file di bastoni in un sol conduttore non ha maggiore capacità della nuvola, che abbiam preso a considerare; anzi l'ha minore d'assai; perocchè nell'intiera mole di essa non solamente altrettanti cilindri disegnar si possono, e sono realmente compresi di vero corpo conduttore; ma nella ideata distanza di piedi da questa a quella fila più altre vi si capiscono, o a dir più giusto migliaja, e migliaja di punti corporei vi hanno, i quali tuttochè dalle circostanti atmosfere *attuati*, pur nulla meno ricever possono qualche dose di elettricità propria.

Digitized by Google

In somma un corpo continuo, qual è la nuvola, ha maggiore capacità, che tanti corpi staccati che formino un'egual mole. Nella figura quelle quattro file di bastoni che formano gli angoli d'un parallelepipedo non arrivano già a contenere tanto di elettricità quanto un eguale parallelepipedo di superficie intiera (abbenchè la maggior capacità di questo non corrisponda di gran lunga alla maggiore sua superficie corporea, per la ragione che le parti prese di mezzo, e *attuate* dall'atmosfera elettrica d'altre parti laterali possono ricevere tanto meno di elettricità propria: come ho spiegato nella prima parte di questa lettera). Che poter terribile di elettricità può dunque avere questa nuvola? che immensa copia di fuoco contenere, e lanciare, avendo anche poca tensione? Che poi, se l'elettricità vi è portata a tensione non ordinaria? Che diremo delle nuvole grandi non poche centinaja di piedi, ma migliaja di tese quadrate?

Si è domandato: l'elettricità naturale ha ella l'indole dell'elettricità di semplice Conduttore, o piuttosto quella di boccia di Leyden? Il fulmine si comporta come scintilla scagliata semplicemente da un Conduttore elettrizzato, o come scintilla scaricata da una lastra isolante armata? Gli effetti poderosi delle scariche, il senso particolare della commozione, che produce, non vi ha dubbio, il fulmine, è in grado molto superiore a quello di qualunqne gran quadro e batteria, le scintille stesse che dà il filo del para-fulmine, le quali appunto come la scintilla cavata dalla faccia d'un gran quadro non hanno bisogno che d'esser lunghe poche linee per farsi sentire rabbiose alla pelle, e scuotere ben anche tutta la persona, facean propendere a questa seconda opinione. Ma il non concepirsi come siegua scarica vera di lastra isolante armata, per mezzo d'arco conduttore, da una all'altra faccia opposta, nel valicare che fa semplicemente il fuoco della saetta il tratto d'aria dalla nuvola alla terra; e la forma guizzante della scintilla, quale i semplici Conduttori, e non le boccie o quadri armati ci sogliono far vedere, portavano a non riconoscere nel fulmine, il quale appunto affetta un cotal guizzo, altro che una scintilla scagliata da un gran Conduttore fortemente elettrico. Or finalmente in questa opinione dovran riunirsi tutti i voti, e sciolto rimarrà il problema, or, dico, che e commozione, e qualunque altro più valido effetto nella prepotente forza de' Conduttori d'immane capacità riscontrato abbiamo.

Son giunto al termine dell'argomento che mi son proposto

Digitized by Google

in questa lettera, che è la capacità de' Conduttori semplici; e però quì finisco. Passerò, se vi piace, in un'altra alla capacità de' Conduttori *conjugati* (come a me piace di chiamarli), e progredirò pur anche all'elettricità che s'imprime sulle faccie delle lastre isolanti trattando della durezza loro a lasciarsela affiggere, e tenacità a conservarla una volta che sia affitta. Il campo è bello e vasto: abbraccia tutta la teoria delle cariche e delle scariche con quella dell'elettricità già detta *Vindice*, che meglio io amo di dir *permanente*; quindi tutti i fenomeni dell' Elettroforo ec. Procurerò d'esser men prolisso che in questa, e con una materia tanto più vasta, la lettera riuscirà meno lunga.

Digitized by Google

(5)

Dal Volume III *dell'Edizione Nazionale*

N. **XLVIII**

Dalla:

SULL' ELETTROMETRIA
E SULLE
ATMOSFERE ELETTRICHE

– Dal 1778 al 1780 –

NOTA.

Nel n. XLVIII dell'Ediz. Naz. è pubblicato un gruppo di manoscritti, le cui redazioni si completano a vicenda, e nei quali il Volta tratta dell'azione delle atmosfere elettriche, intese a spiegare il fenomeno dell'influenza elettrostatica che egli chiama col nome di attuazione.

Si pubblica il manoscritto più importante, omettendo gli altri che ne costituiscono la continuazione.

Digitized by Google

Digitized by Google

§ 1. Un conduttore di metallo, di legno, di cartone, o qualunque altro, di qualsivoglia grandezza forma e figura, sol che non abbia punte sporgenti, nè angoli, o bordi acuti, nè alcun corpo acuminato gli si avvicini, e che altronde trovisi perfettamente isolato, un tal conduttore può ricevere una assai forte elettricità e ritenerla in circostanze favorevoli di stanza asciutta, di aria non vaporosa, assai lungo tempo, senza perdita notabile, senza cioè che passi tal elettricità prontamente nel suolo, e vi si dissipi, senza che se ne diffonda sensibilmente nell'aria circostante, tantochè mantiensi quello elettrizzato presso a poco all'istesso grado, a cui fu portato, per 8. 10. e più minuti, e talvolta neppure a capo di molte ore giunge a perdere tutta l'elettricità acquistata. Se per esempio colla macchina elettrica ordinaria, o coll'Elettroforo, o con una boccia di Leyden convenientemente carica gli si infonda tanto fluido elettrico, onde vengane in lui accresciuta la natural dose (quella cioè, che tutti i corpi possiedono) tanto da innalzare 10. 20. 30. gradi, o più ancora un de' comuni elettrometri a quadrante, detti elettrometri di Henly, questo fluido aggiunto, il quale costituisce tal *elettricità positiva*, ossia *per eccesso*, o *in più* che vogliasi chiamare, rimarrà per un tempo notabile confinato quasi tutto in esso conduttore che mantengasi in un perfetto isolamento, a meno che qualche sottil punta sporgente da lui, od accostatagli non lo dissipi in tutto, o in parte.

§ 2. Così è: quel fluido elettrico di cui trovasi siffatto conduttore sopraccaricato, non esce fuori, non si diffonde a formargli intorno una atmosfera materiale, come da molti si è supposto, preteso, ma bene si arresta si può dir tutto alla sua superficie, punto o poco addensandosi ancora nell'interno in cui quasi non penetra. Come impedisca se stesso dall'entrarvi lo vedremo in seguito.

Digitized by Google

§ 3. Ad ogni modo senza alcuna effusione reale di fluido elettrico si forma d'attorno a quel corpo così elettrizzato un'atmosfera attiva, dispiegando esso ed estendendo a considerabile distanza una cotal forza o potenza, per cui qualsiasi altro corpo immerso in cotesta sfera di attività ne viene più o meno affetto, e si risente di quella elettricità in modo di dare esso pure segni della medesima, cioè di elettricità *per eccesso*; e ciò tanto più quanto si accosta più davvicino ad esso corpo realmente elettrizzato.

§ 4. Avviene in certo qual modo al fluido elettrico proprio del corpo immerso in tale sfera di attività, comunque esso fluido di niente siasi accresciuto, e punto non ecceda la dose naturale, che ecceda di tanto in forza espansiva, invigorita e resa più intensa dalla sopra indicata azione, non altrimenti che eccederebbe in forza espansiva l'aria di un recipiente che avesse la sua densità naturale, ma che venisse riscaldata. Or immaginiamo, per concepire in qualche modo la cosa, che dal fluido elettrico condensato realmente nel conduttore a bella posta elettrizzato venga come riscaldato quello di natural densità dell'altro corpo immerso in quella sfera di attività, ecco che tende pur esso ad espandersi con un corrispondente eccesso di forza; e fa quindi dare a questo corpo pure tutti i segni di elettricità *in più*. L'accresciuta intensità pertanto della forza espansiva del fluido elettrico suo proprio, non alcun accrescimento alla quantità di esso, costituisce cotesta elettricità secondaria, od *accidentale*, che a differenza della primaria e *reale* posseduta dal primo conduttore, cui venne effettivamente infusa, chiameremo l'elettricità *potenziale* elettricità *per consenso*, di pressione, o meglio *potenziale*.

§ 5. Cotesta *elettricità potenziale* del corpo attuato gli fa dare gli stessi stessissimi segni, che dà il corpo attuante, le stesse attrazioni e ripulsioni, le stesse scintille, lanciando similmente contro un dito, od altro conduttore che gli si accosti per toccarlo, tanto fluido elettrico quanto corrisponde alla tensione cui è salito: insomma si comporta esso in tutto non altrimenti che se avesse realmente in quantità quell'eccesso di fluido, di cui fa mostra; come però non lo ha, rimasto essendo colla sola natural sua dose, con accrescimento soltanto dell'elasticità, tensione, ossia forza espansiva, egli è di questo suo fluido proprio, che il medesimo dismette allorchè provocato, coi toccamenti vibra tal scintilla, impoverendosi per tal guisa, e divenendo elettrico *realmente in meno*: la quale elettricità *reale per*

Digitized by Google

difetto compensandosi colla *virtuale per eccesso*, fa che si abbatta la tensione, e cada l'elettrometro del tutto, se compita fu la scarica; cioè se quell'eccesso indotto nell'elasticità, ossia forza espansiva del suo fluido elettrico, ha avuto pieno sfogo, o in parte solamente se, e per quanto tale scarica non fu compita; cioè rimase addietro qualche porzione di quel fluido, che in virtù di tal eccesso di forza tendeva a sortirne. Si comporta, torno a dire, il corpo immerso nell'indicata atmosfera elettrica in tutto e per tutto, come se quell'eccesso, quella tensione, che proviene in lui dalla sola forza espansiva accresciuta, fosse prodotta da reale aumento nella quantità di fluido elettrico; si comporta affatto come l'altro conduttore, che ha ricevuto realmente una dose addizionale di fluido elettrico, (restando solo inferiore di alcun grado, più o meno a norma della distanza sua da lui) fintantochè sta immerso in cotale sfera di attività, e non altrimenti; giacchè traendonelo fuori perde tutta quell'*accidentale tensione*, sparisce affatto quell'elettricità *virtuale* ch'era comparsa.

§ 6. Non accade già lo stesso al corpo, che ha effettivamente ricevuto quella copia di fluido elettrico eccedente la natural sua dose; cosicchè possiede un'elettricità *reale* di eccesso; e in ciò scorgesi una differenza essenziale tra l'uno e l'altro. Quello ritiene l'acquisto fatto, e quindi conserva tutta la sua tensione ed energia elettrica senza detrimento, o piuttosto con qualche accrescimento, talchè l'elettrometro di cui sia fornito, non si abbassa punto, anzi s'innalza alcun poco (del qual accrescimento troveremo di dar ragione in progresso) qualora se ne allontani l'altro corpo influenzato; laddove questo va perdendo cotal elettricità *virtuale*, o di pressione a misura che si allontana, e si trae fuori della sfera di attività di quello, finchè cessa ogni tensione, e l'elettrometro a cui sia congiunto, cade del tutto, risorgendo come prima per gradi, ove si accosti di nuovo gradatamente, ecc.

§ 7. A ben intendere a dirittura ogni cosa basta attribuire al fluido elettrico dotato di somma elasticità, e tendente per ogni modo all'equilibrio tale virtù e potenza, per cui condensato che sia in un luogo si accresce a proporzione la sua forza espansiva non solamente ivi, come si accresce la forza espansiva di altri fluidi elastici, dell'aria per es., nel solo luogo ove trovisi essa condensata; ma si accresce ancora ai di fuori tutt'intorno con certa degradazione: potenza singolare in vero, e tutta propria di esso fluido elettrico! Così dunque

Digitized by Google

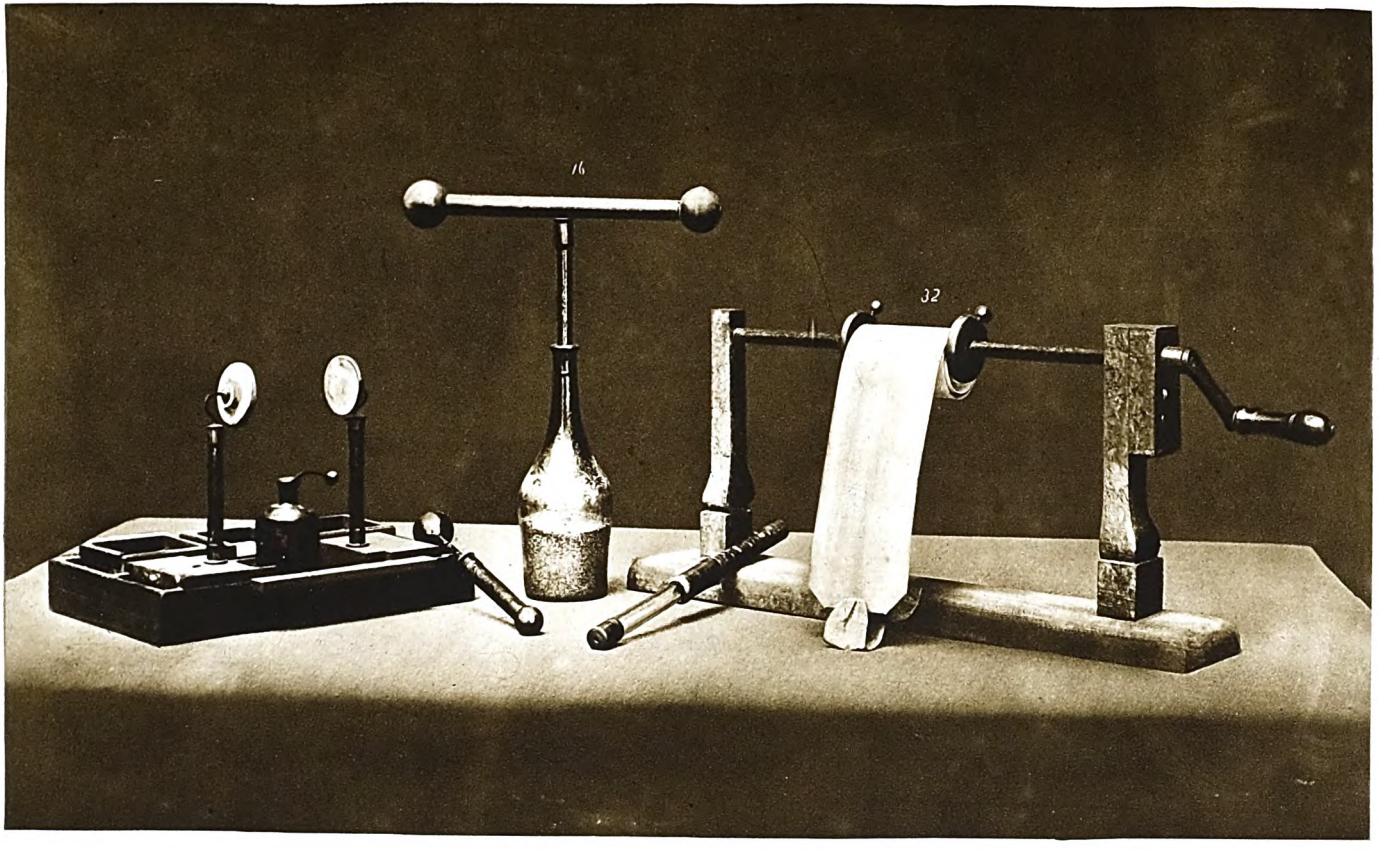
un eccesso di codesto fluido, avvegnachè confinato in un corpo, induce una corrispondente *tensione* nel fluido elettrico proprio degli strati d'aria ambienti, e di qualunque altro corpo vi si trovi; tensione, che va man mano indebolendosi per gradi a norma delle distanze, in guisa però che si estende molto, avanti svanire del tutto. Con questo solo principio facile a concepirsi si vengono a spiegare colla maggior chiarezza tutti i fenomeni delle atmosfere elettriche, tanto i più ovvii e semplici, quanto i più astrusi e poco conosciuti, e le tante applicazioni al condensatore, alle cariche e scariche delle lamine isolanti, all'Elettroforo, ecc.

§ 8. Or conviene dire e fare ben intendere, che tutto quello che avviene per l'elettricità *positiva*, o *in più*, di cui abbiamo fin quì parlato, succede pur anche per *l'elettricità negativa* ossia *per difetto*, ma in senso contrario, come esser dee. Cioè, siccome un corpo, che abbia ricevùto vera e *reale elettricità di eccesso*, senza spander fuori niente del fluido elettrico di cui ridonda, e che vi è ritenuto dall'aria coibente che lo attornia, pur influisce tutt'intorno sul fluido che naturalmente contengono gli strati di essa aria ambiente; e i corpi che vi si trovano immersi, accrescendo di quello la natural forza espansiva, esaltandola in certo modo, invigorendola, onde nasce quella tensione di *elettricità in più*, che può dirsi accidentale, *potenziale*, o meglio *virtuale*, conforme abbiam veduto: così un corpo elettrizzato negativamente, ossia *per difetto*, da cui siasi cioè estratto porzione di fluido elettrico, onde trovisi scemata realmente la sua dose naturale, fa sì, che venga affievolita la naturale elasticità, ossia forza espansiva del fluido elettrico proprio dell'aria e de' corpi circostanti, ancorchè loro non ne tolga realmente, l'abbassa cotal forza, la deprime, a norma della maggiore o minor vicinanza, onde nasce in essa aria, e corpi una corrispondente *elettricità virtuale in meno*: perlochè vi compajono tutti i segni proprj di essa elettricità *negativa*: così dunque accostato il dito, od altro corpo conduttore, ad uno immerso in siffatta *atmosfera negativa* salterà la scintilla da quello a questo, il quale verrà per tal modo ad acquistare una *reale elettricità in più*, e questa compensando l'anzidetta *elettricità virtuale in meno*, ne toglierà cotal *tensione negativa*, farà cadere l'elettrometro, ecc.

. . . . . .

Digitized by Google

(Dalle fotografie dei Cimelii scientifici di A. Volta).



1 2 3 4

1. Apparato per lo studio della sfera di attività elettrica e per valutare il rapporto secondo il quale diminuisce, per la distanza, l'elettricità detta di pressione. — 2. Sistema isolato di conduttori e semiconduttori, per riconoscere il modo con cui si distribuisce l'elettricità. — 3. Cilindro di vetro per metà coperto di ceralacca, munito alle estremità di due cappelletti metallici, e conduttore che si impugna tenendolo isolato. — 4. Apparato per dimostrare che collo svolgimento della carta elettrizzata la tensione decresce.

Digitized by Google

Digitized by Google

(6)

Dal Volume III. *dell'Edizione Nazionale*

N. **LI**

Dalla Memoria:

DEL MODO
DI RENDERE SENSIBILE
LA PIÚ DEBOLE ELETTRICITÀ,
SIA NATURALE, SIA ARTIFICIALE

– 14 Marzo 1782 –

NOTA.

Questa Memoria è la rifusione di un'altra Memoria originale sul condensatore, che senza Appendice era stata letta alla Società Reale di Londra il 14 marzo 1782.

La Memoria originale, completata dalla Appendice e tradotta in francese venne pubblicata nel 1783, ed è riprodotta nel n. LIII del Vol. III, Ediz. Naz.

Nell'Appendice di questa Memoria sul condensatore, il Volta espone le esperienze fatte con Lavoisier e Laplace a Parigi nel 1782, intorno allo sviluppo dell'Elettricità nei fenomeni della evaporazione.

Dalle lettere pubblicate nel n. LII del Vol III dell'Ediz. Naz. emerge come il merito di queste esperienze spetti interamente al Volta.

Digitized by Google

Digitized by Google

1. Un apparecchio, che portando a uno straordinario ingrandimento i segni elettrici fa sì, che osservabile divenga e cospicua quella virtù, che altrimenti per l'estrema sua debolezza sfuggirebbe i nostri sensi, ognun comprende di quale e quanto vantaggio sia per riuscire nelle ricerche sull'elettricità, e massime intorno alla naturale atmosferica, la quale, come sappiamo, non in ogni tempo, anzi assai di rado, allora solamente cioè che il cielo è ingombro di nuvoloni scuri e tempestosi, avviene che ci si renda sensibile ne' conduttori ordinari non molto elevati, e appena è che in altri tempi ne mostri qualche indizio in quelli elevatissimi, o ne' *cervi volanti* portati all'altezza di più centinaja di braccia. Or un tale apparecchio, mercè di cui un conduttore atmosferico, anche di non grande elevazione, vi dia segni ad ogn'ora e in ogni costituzione di tempo, molto chiari e distinti di quel qualsisia picciolo elettrizzamento che in lui induce l'atmosfera, ecco io ve lo presento nel mio elettroforo: in quella semplice macchina, che è ormai nelle mani di tutti, e che se altro pregio pur non avesse verrebbe abbastanza raccomandata agli Elettricisti per questo che lor offre facile mezzo di spiare la più languida e impercettibile elettricità sì naturale che artificiale, con tirarla sopra di sè, ed accumularla al punto di promuoverne e invigorirne per singolar maniera i segni.

2. In vero ogni volta che questi mancano nell'ordinario modo di sperimentare, e nè scintilla scorgesi nè cenno benchè minimo di attraimento, il dire che pur vi sia elettricità, fora un'asserzione gratuita, anzi un giudicare contro ogni apparenza. Malgrado questo non possiamo neppur dire accertatamente che punto non ve n'abbia: e il concluderlo da ciò solo che niun segno per anco ci si mostra, è un precipitare il giudizio, imperocchè chi ci assicura che qualche

Digitized by Google

elettricità ivi non si trovi realmente, ma così debole da non potere attrarre tampoco un leggier filo? Or questo è che c'importa in molti casi di sapere, specialmente quando si tratta di elettricità naturale. Un conduttore atmosferico poco elevato non dà ordinariamente segni, come già si è detto, che quando gli sovrasta oscuro nembo: a cielo coperto d'alte nubi sparse o distese equabilmente, quando l'aria è ingombrata da nebbie, in tempo di pioggia placida ed anche dirotta, tranne qualche rovescio improvviso, raro è che scorger vi si possa alcun indizio di elettricità, o nulla mai a ciel sereno, sia placido, sia ventoso. Stando pertanto alle apparenze, e al giudizio di un elettroscopio comune, anche de' più sensibili, direbbesi che il conduttore non è elettrizzato punto, e che per conseguenza non domina elettricità di sorta ne' campi dell'aria poco alti ove quel conduttore porta la testa. Eppure non è così: un altro elettroscopio di gran lunga migliore qual veramente può dirsi il nostro apparecchio, giacchè ne adempie con tanto vantaggio le funzioni, ci fa vedere che da qualche elettricità è pur sempre investito quel conduttore, avvegnachè ne si mostri di per sè affatto inerte: ci fa, dico, vedere e toccar con mano ch'egli non ne è mai privo affatto; onde convien giudicare in egual modo che non ne è mai priva l'aria che lo circonda. Ed ecco come restiamo convinti che anche alla più bassa regione dell'atmosfera, e fino a pochi piedi da terra s'estende l'azione costante e perenne dell'elettricità naturale. Cotal elettricità sebbene insensibile rimanga finchè da quel tratto d'atmosfera si comunica soltanto al detto conduttore; ove poi per mezzo di lui si comunichi insiememente all'elettroforo nostro, si raccorrà entro a questo più facilmente, e in maggior copia; si è per tal modo, che sorger quindi potranno i noti segni di attrazione e di repulsione sensibili abbastanza per dinotarci senza equivoco non che l'esistenza, la specie ancora dell'elettricità, cioè se *positiva* o *negativa*. Che più? non mancherà talora di comparire perfino qualche scintilluzza. Ogniqualvolta poi il conduttore desse già di per sè qualche segno, movendo alcun poco un leggier filo, aspettatevi pure col' soccorso del' nostro *(sic)* apparecchio, scintille pungenti, e ogn'altro segno vigorosissimo.

3. Ma veniamo senza più al modo di far servire all'intento cotal apparecchio, a cui in questo caso meglio che il nome che altronde porta di elettroforo, l'altro già indicato di *elettroscopio*, anzi pure quello di *microelettroscopio* potrebbe convenire. Ma io amo meglio

Digitized by Google

CONDENSATORE.

Digitized by Google

Digitized by Google

di chiamarlo *condensatore* dell'elettricità, per usare un termine semplice e piano, e che esprime a un tempo la ragione e il modo de' fenomeni di cui si tratta, come vedrassi nella 2ª parte del presente scritto. Tutto dunque si riduce a queste poche operazioni.

(A) Convien prendere un piatto d'elettroforo, che abbia l'incrostatura di resina assai sottile, e a cui o non sia stata dianzi impressa alcuna elettricità, o se mai vi è stata, vi sia spenta affatto.

(B) A questa faccia resinosa immune da ogni elettricità si soprapponga convenientemente il suo scudo (così io chiamo la lamina superiore dell'elettroforo): voglio dire le si applichi a combaciamento, e si collochi nel bel mezzo in modo, che non tocchi in alcun punto l'orlo metallico del piatto, ma rimanga isolato.

(C) Così congiunti essendo si adattino sotto al filo conduttore dell'elettricità atmosferica in guisa, che lo scudo venga toccato dove che sia dal detto filo, egli solo lo scudo, e in niun modo il piatto.

(D) In questa situazione si lascino le cose per un certo tempo, finchè lo scudo possa aver raccolta competente dose di quell'elettricità, che dal filo conduttore gli s'istilla lentissimamente.

(E) Da ultimo sottraggasi al contatto e influsso del filo conduttore lo scudo tuttavia unito al suo piatto; indi si disgiunga anche da questo, levandolo in alto al consueto modo per il suo manico isolante: e allora sarà che se ne otterranno gli aspettati segni cospicui di attrazione, di ripulsione, e di qualche scintilla eziandio, di pennoncelli ec. nel tempo che il conduttore di per sè non giugna a mostrar nulla, o appena un'ombra di elettricità.

4. Ho detto (prec. D) che il filo conduttore debbe toccare lo scudo per un certo tempo. Quanto però non è facile il determinarlo, dipendendo dalle circostanze. Talora vi abbisogneranno 8. 10. e più minuti; quando cioè il conduttore da per sè solo non fa vedere il minimo segno di elettricità: altre volte più poco. Che se un debole indizio pur vi comparisse, tantochè un leggier filo facesse cenno d'esserne attratto, basteria in tal caso lasciar in contatto di esso conduttore il nostro scudo sol pochi secondi, per abilitar questo a dar segni molto vivaci.

5. Una cosa si vuol osservare rispetto al filo conduttore medesimo, ed è ch'egli sia ben continuo, o se è possibile d'un pezzo solo dall'alto fino al basso, dove viene a comunicare collo scudo: cioè si dee evitare assolutamente ogni interruzione, e il più che si può an-

Digitized by Google

cora le semplici giunture ad anello od uncino, per la ragione che ciascuna di tali giunture portando un qualche impedimento al passagio (*sic*) dell'elettricità, avvenir può che quella, che contrae il conduttore in alto, s'arresti, nè giunga al luogo desiderato, cioè fino allo scudo. Così succederà diffatti ogni qualvolta l'elettricità è debolissima, se in luogo d'un filo metallico continuo, una catena di più anelli da quello pendente venga a toccare cotesto scudo. Non si creda per questo che una sola giuntura o due possano egualmente impedire la riuscita; ma ne verrà sempre del pregiudizio: e qualora l'elettricità fosse estremamente debole, potrebbe sì per l'indicato difetto mancare del tutto l'esperimento.

6. Riguardo all'elettroforo da adoperarsi altre osservazioni rimangono, di cui ora mi convien parlare. E la prima accennata sopra al § 3. (lett. A) si è che lo strato resinoso importa molto che sia sottile, avendo io sempre provato che quanto più lo è tanto maggior dose di elettricità permette, anzi fa che si raccolga entro allo scudo cui porta indosso, di quell'elettricità, dico che gli s'infonde o dall'atmosfera per mezzo del filo conduttore, o da qualsivoglia altra potenza elettrica. Se fosse pertanto stesa la resina alla spessezza d'un quarto di linea, o non maggiore di una mano di vernice, riuscirebber le prove ottimamente; siccome all'incontro essendo grossa un pollice o più, andrebber le cose malissimo.

7. In secondo luogo la superficie di essa resina debb'essere quanto si può piana e liscia, e piana e liscia similmente l'inferior faccia dello scudo, sicchè vengano a combaciarsi bene (ivi lett. B). È noto quanto un miglior combaciamento favorisca gli effetti dell'elettroforo; ond'ebbi ben ragione di raccomandar questa come una delle principali condizioni nella descrizione che pubblicai a suo tempo di questa machina. Ma è ancor più grande l'influenza, che l'ampio e perfetto contatto ha sopra l'istesso apparecchio, allorchè il medesimo agisce in qualità di condensatore.

8. Da ultimo merita particolar attenzione quanto alla già citata lett. A si è prescritto, che alla faccia resinosa, cui si applica lo scudo, non dee essere impressa alcuna elettricità. La ragione per cui vuolsi che ne sia affatto priva ella è, che altrimenti i segni dello scudo, allorchè s'alza, diverrebbero equivoci, non essendo più la sola elettricità trasfusa in esso scudo dal conduttore atmosferico quella che giuoca, ma insieme anche l'altra occasionata dall'elettricità impressa

Digitized by Google

ed inerente alla faccia resinosa: quando a noi importa di esplorare la sola sopraveniente al detto scudo.

Se dunque la faccia resinosa del piatto, di cui volete servirvi, è rimasta sempre intatta, va bene. Ma se è stata già eccitata, e vi si mantiene tuttavia parte dell'impressa elettricità, egli convien fare di tutto per ispegnerla; ciò che non è sì agevol cosa. Il passarvi sopra un panno alquanto umido, applicandolo ben bene a tutta la superficie, è un de' mezzi più efficaci ch'io mai abbia trovato; pur non toglie talvolta che dopo qualche tempo lo scudo posatovi sopra, e previo il solito toccamento, rialzato, non attragga sensibilmente un filo. Lo stesso succede non di raro anche dopo aver tuffato tutto il piatto nell'acqua, lasciatovelo un pezzo, e quindi fattolo rasciugare all'aria. Lo squagliare la superficie della resina al fuoco o al sole, è forse il più sicuro spediente per farne svanire tutta quanta l'elettricità, sicchè non ne rimanga pur ombra o vestigio nella stessa resina, rassodata che sia. Una maniera più spedita è di far passare sopra tutta la faccia della resina la fiamma di una candela, o d'un foglio di carta acceso. A qualunque però di tai mezzi uno si appigli, per accertarsi che l'elettricità sia spenta a segno che più non possa aver parte alcuna l'azione propria dell'elettroforo agli effetti che risultar debbono unicamente dall'elettricità infusa allo scudo dal conduttore atmosferico, converrà far prima la prova se posato esso scudo sulla faccia resinosa, toccato col dito, e rialzato al consueto modo, non mova neppure un sottilissimo pelo: allora non producendo alcun effetto di qualità d'elettroforo, servirà ottimamente all'altr'uso, cui vien destinato, di condensatore dell'elettricità.

9. Se mi si dimandasse ora a qual grado giunga nel descritto apparecchio cotal condensazione dell'elettricità, cioè a quanto maggior forza sorger possano i segni elettrici nello scudo quando s'alza, risponderei che non è facile il determinarlo, dipendendo da molte circostanze. Che però, le altre cose pari, l'aumento è maggiore in ragione che il corpo che fornisce l'elettricità allo scudo si truova avere maggiore capacità; ed è più grande in proporzione che la forza elettrica impiegata è più debole. Così vedemmo già che se il conduttore atmosferico non ha la forza di alzare d'un grado il pendolino dell'elettrometro, movendo appena un sottil pelo, ed anche meno di questo, potrà tuttavia abilitare lo scudo non che a vibrar l'elettrometro a più gradi alto, ma a scagliare pur anche vivace scintilla

Digitized by Google

(§ 2. e seg.). Ma se l'elettricità nel conduttore atmosferico sarà più forte a segno di dare qualche scintilletta, di mandare l'elettrometro a 5. o, 6 gradi, lo scudo che riceverà questa elettricità, darà gli è vero una scintilla assai più forte, e l'elettrometro vibrerassi al più alto punto es. gr. a 100. 120 gradi. Ad ogni modo è visibile che la condensazione dell'elettricità nè in questo è minore che nel p.° caso, in cui venne aumentata sì, ma non di 60 volte, la ragione è che al di là del massimo non si può andare, cioè di quel grado a cui giunta l'elettricità si dissipa da se stessa aprendosi il passagio *(sic)* per tutto. Dunque a misura che la potenza elettrica, la quale si applica allo scudo posato, è più vicina a tal sommo grado, minor accrescimento può ricevere dall'apparecchio condensatore. Ma che bisogno abbiamo noi allora di lui, e tutte le volte che l'elettricità è già sensibile e forte abbastanza?

L'uso a cui vien destinato è di sottrarre, e raccolta sopra di se sufficiente dose render sensibile quella, che è languida affatto impercettibile, finchè rimane nel gran conduttore in pace. (1).

10. Quando dunque il conduttore vi dà già da sè solo segni abbastanza distinti di elettricità, non accade ricorrere all'altro apparecchio. Dirò dippiù che il farlo può produrre un grande inconveniente, ed è, che per poco che l'elettricità del conduttore sia vigorosa, a segno di dare qualche scintilla, avviene allora che facendogli toccare lo scudo, l'elettricità non si arresti in lui solo, ma che passi in parte ad imprimersi alla faccia resinosa cui copre; onde in seguito l'apparecchio prenda a fare le funzioni di vero elettroforo: ciò che per le ragioni già dette (8.) si dee con ogni studio evitare.

11. Per prevenire un tal inconveniente ho pensato di surrogare al piatto incrostato di resina, un piano che non fosse vero e perfetto isolante, assolutamente impermeabile al fluido elettrico; ma tale solamente che opponesse una discreta resistenza al suo passaggio, come una lastra di marmo asciutta e politissima, un piattello di legno similmente asciutto ed arido, oppure incrostato di gesso, o meglio ancora inverniciato, una tela incerata secca e monda, od altro simile. Alla superficie di tali corpi non avverrà d'ordinario che s'affigga l'elettricità potendo appiccata che sia scorrere e trapassare per entro ad essi; o se pur talvolta ve ne rimanesse un pocolino, quasi stagnante, sia questa passaggiera, in brevi momenti svanita. Quindi è che un tal apparecchio inatto alle funzioni d'elettroforo non ce

Digitized by Google

ne darà i fenomeni; ma per questo appunto meglio servirà all'altr'uso di condensatore.

12. Sostituendo così allo strato resinoso o a qualsivoglia altro coibente perfetto un piano o strato che sia mezzo tra coibente e deferente, cioè un corpo isolante molto imperfetto e insieme imperfettissimo conduttore, quali sono nelle divisate circostanze gl'indicati corpi (§ prec.), non solamente si toglie o si fa minore il pericolo di qualche elettricità che possa imprimersi e restar aderente alla superficie del piatto, la quale renderebbe equivoche le sperienze delicate; ma inoltre un notabile vantaggio da noi si ottiene, ed è che lo scudo posato su tai piani non affatto isolanti cava dal conduttore, e si tira addosso maggior dose di elettricità, che se posato fosse sopra uno strato resinoso, od altro perfetto coibente. E come detto già abbiamo (6.) che uno strato resinoso quanto è men grosso, tanto più abilita la lamina che gli è sovrapposta ad arricchirsi di elettricità; così tale strato ridotto ad una semplice vernice, o intonaco di cera, l'una e l'altra già men coibente della resina, e infine ridotto a niente, sostituendovi soltanto una superficie poco deferente, come quella del marmo o del legno arido, somministra alla lamina metallica la più favorevole positura che mai aver possa per raccogliere nel suo seno abbondante elettricità.

13. Guardiamoci però nel voler ischivare il troppo di coibenza di dare nel poco, accostandoci ai deferenti perfetti, o quasi perfetti. Non bisogna perder di vista, che la superficie del piatto dee opporre una discreta resistenza al trapasso del fluido elettrico, per trattenere una competente dose di elettricità nello scudo addossatole (11.). Ma basta che ciò faccia per un qualche picciolissimo tempo; d'uopo essendo non rare volte di tenervi confinata l'elettricità otto, dieci, e più minuti, quanti cioè ne impiega il conduttore atmosferico a raccoglier dall'aria, ed infondere in esso scudo tal copia di elettricità, che possa rendersi sensibile e cospicua (3. D. 4.).

Dal che facilmente s'intende quanta attenzione pur convenga e nella scelta del corpo da surrogarsi allo strato di resina, e nella convenevole preparazione del medesimo: la quale preparazione consiste generalmente in certo grado di essiccamento, che lo riduca allo stato di semicoibente nè più, nè meno. Ad ogni modo fia meglio peccare per eccesso di coibenza, che per difetto; meglio prendere un piatto qualsivoglia incrostato di resina, che un desco di legno

Digitized by Google

nudo non aridissimo, una lastra d'osso, od una di marmo comune non previamente riscaldate al sole o al fuoco: giàcchè niun osso, e pochissimi tra i marmi ho trovato che valgano a tener confinata l'elettricità nello scudo che combaciano oltre ad un minuto o due al più, se abilitati non vengano da un convenevole riscaldamento. Disposti però che siano in tal modo, e ove singolarmente incontrata si sia ottima qualità di marmo, riescono a meraviglia, e sorpassano ogni aspettazione; onde sosterrò sempre con ragione, che sì fatti piani di legno, d'osso, di pietra, nudi come sono, e ancora notabilmente deferenti, meritano tuttavia d'essere preferiti a un ordinario piatto d'elettroforo fornito nel suo strato resinoso.

14. Venendo ora più davvicino alla maniera, onde praticamente si può ridurre il nostro apparecchio alla maggior perfezione, per ritrarne il più gran vantaggio, dopo aver ricordato come conviene soprattutto che lo scudo s'adatti bene a combaciamento col piano sottoposto (3. let. B. e 7.), soggiugnerò che per ottener ciò nel miglior modo è bene d'appigliarsi ad una lastra di marmo, e questa insieme alla lamina o scudo metallico spianare ben bene, lavorandole una sopra l'altra, finchè sian ridotte a tale perfetto combaciamento, che ne nasca sensibile coesione tra loro.

Il marmo così lavorato si esponga per molti giorni al calore d'una stufa, con che espellendosi l'umido di cui anche tali pietre sono spesso imbevute, verrà il marmo condotto a questo stato d'imperfettissimo conduttore, che è l'ottimo per le sperienze di questo genere (12. 13.); e si manterrà tale per un pezzo, sol che non resti lungamente esposto al grand'umido: poichè per quell'umidore che può contrarre accidentalmente, e in poco tempo, non essendo che superficiale, non verrà esso marmo a deteriorarsi notabilmente; e basterà prima di sperimentare esporlo per alcuni minuti al sole, o pur anche asciugarlo con un pannolino caldo.

15. E quì giova avvertir di nuovo, che non tutti i marmi sono egualmente buoni. In generale i più vecchi, e che da molto tempo sono stati guardati dal grand'umido riescono incomparabilmente meglio che quelli tratti di fresco dalla cava, o stati esposti lungamente all'ingiurie dell'aria; onde questi solamente han bisogno dell'essiccamento nella stufa. Ma oltre di ciò avvi ancora notabilissima differenza tra una specie e l'altra di marmo: ne ho trovato di tali, che senza riscaldarli nè tampoco asciugarli fanno sempre a me-

Digitized by Google

raviglia, e di tali altri, che anche con una tal preparazione non corrispondono troppo bene; a meno che non si continui loro il caldo durante il tempo dell'esperienze. Sopra tutti finora ho trovato eccellente il bel marmo bianco di Carrara. Ciò non pertanto io non so abbastanza raccomandare di riscaldare e questo, e gl'altri marmi, almeno un poco innanzi adoperarli: con che vantaggian sempre per eccellenti che siano ed essendo cattivi vengono a migliorarsi insignemente, e sì ad agguagliarsi ai più buoni: anzi posso dire, per esperienza che la maggior parte dei marmi di lor natura poco buoni, ove siano ben riscaldati previamente, e in seguito si mantengano tiepidi tutto il tempo dell'esperienza, prevalgono se non a tutti a molti dei migliori non punto riscaldati.

16. A chi però sembrasse incomoda questa preparazione (la quale per altro a che si riduce? Ad esporre il piatto di marmo al sole, od a presentarlo per poco d'ora innanzi al fuoco d'un cammino (sic), o al più tenerlo su d'uno scaldavivande ove sia o cener calda o pochi carboni accesi) io suggerirò il mezzo di dispensarsene: basta di dare alla faccia piana del marmo una buona mano di vernice copal, da asciugarsi quindi in una stufa ben calda o in un forno tantochè prenda un color d'ambra tirante al bruno. La vernice medesima d'ambra sarà ottima, siccome pura lacca. Con ciò non solo i buoni, ma i cattivi marmi eziandio serviranno mirabilmente all'intento (che è si pure un gran vantaggio) e serviranno in ogni tempo senza previo riscaldamento, o almeno senza continuarlo loro durante l'esperienza.

17. Appigliandosi a questo spediente della vernice si può benissimo in luogo del piatto di marmo far servire una lamina di metallo eguale all'altra lamina o sia scudo, e resa perfettamente combaciante col lavorare, come si è detto (14.), i due piani un sopra l'altro. Se la vernice si desse ad amendue le facce combacianti, non sarebbe male; ma basterà anche il darla all'una o all'altra: in questo caso però una mano sola di vernice, che saria più che sufficiente, per la lastra di marmo, forse non basteria per la lamina metallica, ma ce ne vorrebbe una seconda ed anche una terza mano.

18. Ma con ciò, mi si dirà, noi siam ricondotti ad un vero piatto d'elettroforo, giacchè l'intonaco di vernice tien qui luogo del sottile strato di resina. Io non voglio negarlo; anzi dirò, d'aver provato che e il metallo e il marmo, singolarmente così inverniciati, son

Digitized by Google

tali, che l'elettricità vi si affigge facilmente, e non men facilmente vi si eccita per istrofinamento, talchè il solo strisciare che faccia lo scudo sulla superficie inverniciata del piatto, o il percuoterla con qualche forza mentre si viene a posar sopra cotesto scudo, basta perchè poi dia segni sensibili di elettricità allorchè si distacca. Talora anzi non è possibile d'impedire che questo succeda, per quanto si procuri di posar lo scudo pian piano, e di alzarlo senza punto strofinare. Tal importuna elettricità però è debolissima, e non si suscita che nel caso in cui il piatto verniciato si trova asciugatissimo, e ancor tiepido dal sole o dal fuoco. Si fatto asciugamento e riscaldamento adunque non solo non è necessario per le nostre sperienze quando adoperiamo un piano verniciato, com'è necessario quasi sempre ove s'adoperi il marmo nudo (13. 15. 16.), ma non è neppure molto proficuo da una parte; e dall'altra egli è assolutamente pregiudizievole, perciò, che dando luogo ai fenomeni d'*elettroforo*, può facilmente produrre equivoci ed incertezze (8.).

19. Qual vantaggio adunque, mi si dirà un'altra volta, nell'adoperare in luogo di un ordinario elettroforo, un piatto inverniciato? Altronde si è pur detto che vuol preferirsi un piatto nudo di marmo (11. e seg.). Il vantaggio del piatto verniciato sopra l'un ordinario d'elettroforo è 1.° che la vernice sarà sempre più sottile di qualunque incrostatura resinosa; 2.° che quella meglio che questa può lasciare la superficie del piatto, sia di marmo sia di metallo, piana e liscia in modo, che lo scudo vi s'adatti ancora quasi a coesione: due circostanze, quali veduto già abbiamo (6. 7. 14.) quanto influiscano alla buona riuscita delle sperienze di cui si tratta. Riguardo al piatto nudo di marmo, egli è ben vero che questo può servire egualmente bene, e forse meglio s'egli è d'ottima qualità, o allorchè si tenga convenevolmente riscaldato (13.); ma valutando bene le cose, l'incomodo, cioè di tal preparazione, qualunque egli sia (16.), e la difficoltà d'aver il marmo perfetto (15.), credo che convenga ancora l'espediente della vernice, che vi dispensa da tutto questo (16.). Vi resta è vero l'altro inconveniente di potervisi per poco affiggere l'elettricità; ma oltrechè anche il marmo perfettamente asciutto, e molto più se caldo, non va esente da tal incomoda disposizione, egli non è poi tanto difficile di ciò scansare adoperando le debite attenzioni; e l'accurato sperimentatore non lascierà di assicurarsi coi mezzi che già si sono indicati (8.) che non trovasi neppur ombra

Digitized by Google

di elettricità impressa alla faccia verniciata, quando imprende a fare col condensatore delle sperienze delicate.

20. Al piatto di marmo e di metallo inverniciato va di paro un piano qualunque coperto di buona tela incerata secca e monda, di taffetà cerato, di raso o d'altro drappo di seta il quale più che è sottile è meglio: dico, che questi piani così vestiti van di paro agl'altri verniciati, stante che non han bisogno che d'avere cotal veste ben asciutta, e al più un pocolino riscaldata prima di servirsene; anzi pure e la tela, e il taffetà, incerati non attraendo molto l'umido, non hanno d'ordinario neppur bisogno d'essere posti al sole o al foco innanzi farne uso. Il ciamberlotto, il feltro, ed altri drappi di pelo son buoni anch'essi, ma men della seta; quei di lana, o di cotone, meno ancora; e i più infelici sono quei di canape e di lino: ad ogni modo un buon asciugamento, e un gentil calore continuato possono abilitare anche questi, siccome pure abilitano la carta, il cuojo, il legno, l'avorio, e gl'altri ossi, tutti insomma i corpi che sono da se stessi imperfettissimi conduttori, anzi non conduttori, ma troppo bibaci dell'umido, cui perciò convien espellere fino a un certo segno.

21. Dico *fino a un certo segno*: perchè un troppo grande isolamento è pregiudizievole anzichè no, come si è già accennato (6. 12.), e come si farà più chiaramente vedere nella 2ª parte di questa memoria. Or dunque se i detti corpi vengano spogliati affatto d'umido, posti per esempio a seccare nel forno, in tal caso siccome diverranno veri e perfetti coibenti a par delle resine; così non serviranno più al nostro intento, a men che non sian ridotti ad uno strato sottile, e questo strato applicato ad un conduttore (ivi) in modo che ne risulti un vero piatto d'elettroforo.

22. Non lascerò da ultimo di dire, che si può rendere l'apparecchio ancor più semplice, se si applichi sia l'intonaco di vernice, sia la veste d'incerato, sia il taffetà od altro velo di seta, sia infine qualunque materia semicoibente, alla faccia inferiore dello scudo, in luogo di coprirne il *piatto*; il quale in questo caso diventa inutile, servendo allora in sua vece un piano qualunque egli sia, un tavolo di legno o di marmo, anche non ben asciutti, una lastra di metallo, un libro, od altro conduttore, buono o cattivo che sia, sol che vi si possa applicare convenientemente la faccia vestita dello scudo.

E in vero altro più non si ricerca per la buona riuscita delle sperienze, se non che l'elettricità, che tende a passare dall'uno al-

Digitized by Google

l'altro dei piani combaciantisi, incontri sull'una delle superficie tale resistenza, che valga a trattenerla, come si è già accennato (11.), e si farà chiaro nella stessa seconda parte; dove al dippiù mostrerassi, come a tale effetto basti anche una picciola resistenza. Ciò posto, che lo strato sottile coibente o quasi coibente tenga al piano di sotto, o a quel di sopra, egli è lo stesso: quello che importa è che si combacino bene (7.); la qual cosa non è sì facile ottenere allorchè si posa lo scudo su d'un tavolo, od altro piano non preparato a bella posta. Egli è solo per questa ragione, per ottenere cioè un più esatto combaciamento, che io dò la preferenza a due piani lavorati un sopra l'altro intonacandoli quindi o amendue, o uno solo, qual più mi piace (14. 17.). Del resto la comodità d'avere per tutto l'apparato una sola lamina di metallo inverniciata da un lato, o coperta di taffetà, e dall'altro guernita di tre cordoncini di seta, fa che io me ne serva più comunemente: e la riuscita se non agguaglia per avventura quella dell'altro apparecchio composto dei due piani lavorati un sopra l'altro, è tale però che basta d'ordinario all'intento.

23. Fin qui noi abbiamo considerato l'utile che si può ritrarre dal nostro apparecchio condensatore applicato ai conduttori per esplorare l'elettricità atmosferica, allorchè è debole affatto ed impercettibile. Questo però, a cui vien destinato principalmente, non è il solo uso che far se ne possa, nè il solo vantaggio che ci procura: serve altresì molto per l'elettricità artificiale, a discoprirla cioè ove per altra via non si manifesterebbe, o a renderne i segni assai più cospicui. Molti sono i casi, in cui l'elettricità, che è nulla in apparenza, o molto dubbia, vi si renderà chiara e sensibilissima coll'ajuto di tal apparecchio: ne andrò accennando per modo d'esempio alcuni.

24. 1° Una boccia di Leyden caricata, e quindi addotta alla scarica coll'applicarvi tre, o quattro volte l'arco conduttore, e con replicati toccamenti della mano, vi sembra omai spogliata affatto della sua elettricità. Ma che? Toccate coll'uncino di tal boccietta la lamina metallica posata convenevolmente (cioè sopra qualunque piano, s'ella è ben inverniciata nella faccia inferiore, o vestita di taffettà, ec. oppur s'è nuda sopra sottile strato resinoso, o su d'un incerato, o su drappo di seta, o sopra tavolo di legno inverniciato, o sopra lastra di marmo ben asciutto) e tosto alzata cotal lamina o scudo ne avrete segni elettrici sensibilissimi: dal che concluderete

Digitized by Google

che l'elettricità della boccietta non era già tutta spenta, come appariva. Che se questa avesse una carica sensibile a segno di attrarre un leggier filo, in tal caso lo scudo toccato dall'uncino anche per un sol momento, e quindi alzato vibrerà vivace scintilla. Riposto quello, e ritoccato coll'istesso uncino della boccia, e rialzato di nuovo, ne otterrete una seconda scintilla, nulla o poco men vivace della prima; e un tal giuoco potrassi continuare per molte volte con pari diletto e meraviglia.

Cotesto artificio di produr scintilla, e replicate, con una boccietta, che non ha carica sufficiente per farlo da sè sola, vi appresta una grande comodità per varie sperienze dilettevoli, come quelle della mia pistola, e della lucerna ad aria infiammabile, massimamente trovandovi provveduto d'una di quelle boccette preparate alla maniera del Sig. TIBERIO CAVALLO, le quali si possono portare cariche in tasca molto tempo. Queste poichè conservano una carica sensibile alcuni giorni, ne conserveranno una insensibile per settimane, e mesi: insensibile, dico, senza l'ajuto del nostro apparecchio condensatore; ma con questo sensibilissima, e più che sufficiente all'uopo di accendere la pistola, ec.

25. 2°. Avete una macchina elettrica meschina, così mal in ordine, e in tali circostanze sfavorevoli d'umido ec. che non potete trarre la più piccola scintilla dal conduttore, il quale appena attrae un leggerissimo filo, o non giugne neppur a tanto. Or via fate toccare a tal conduttore inerte il nostro apparecchio, ossia lo scudo posato come conviene, e lasciate che il toccamento duri per qualche minuto, tenendo sempre in azione la macchina, e vi riuscirà di ottenere col solito giuoco di staccare lo scudo dal sottoposto piano, una buona scintilla, ed ogn'altro segno vivace.

26. 3°. Sia pur la macchina buona, e agisca a dovere; ma il conduttore trovisi così male isolato, che l'elettricità non vi si possa accumulare a segno di dar scintilla, e neppure di attrarre un filo: come quando l'istesso conduttore tocca al muro della stanza, o quando una catena pende da esso sopra un tavolo, e fin sopra il pavimento della stanza. In simil caso crederete che l'elettricità per quelle comunicazioni si disperda intieramente, ma cercando più oltre, ricorrendo cioè al condensatore, troverete che un poco se ne trattiene ad ogni momento nel conduttore tuttochè non isolato, e tanto che durando l'azione della macchina qualche tempo, i molti pochi raccolti

Digitized by Google

insieme nello scudo, per la vantaggiosa disposizione ch'egli ha di tirar sopra di sè l'elettricità (2.) fanno ch'il medesimo sia poi in istato di dar segni abbastanza forti.

27. 4°. L'ordinaria maniera di strofinare alcuni corpi, e quindi presentarli ad un elettrometro, onde vedere se per tal mezzo abbiano o no contratto qualche elettricità, è in molti casi insufficiente, dimodochè sovente si crede che sia nulla, sol perchè debolissima. Si trae dunque un gran vantaggio strofinando corpi dubbi collo scudo o lamina metallica del nostro apparecchio, che in questo caso deve esser nuda, poi levatala in alto isolata interrogando lei medesima, la quale darà segni abbastanza sensibili per qualunque picciola ed insensibile elettricità eccitata nel corpo, contro cui si è strofinata, e dinoterà quale specie di elettricità quello abbia contratta, giacchè si sa che debbe essere nei due contraria. Anche il Sig. CAVALLO si serviva di questo mezzo per iscoprire l'elettricità in molti corpi. Ma ve n'è uno a certi riguardi migliore, che certamente nè egli nè altri, ch'io sappia, han conosciuto. Quando il corpo, di cui si vuol provare la virtù, non è tale che vi si possa adattare in piano la lamina metallica per dimenarla sopra strofinando, si può fare così: posata la lamina sopra il solito piano semicoibente, si strofini essa, o meglio si percota a varii colpi col corpo in questione; il che fatto si levi la lamina, e si osservi se è elettrizzata: lo sarà certo nel caso che vi siate servito a percuoterla di una striscia di cuojo, d'una corda, d'un pezzo di panno, di feltro, o simili cattivi conduttori; e lo sarà assai più che se l'aveste sferzata o strofinata per egual maniera coi medesimi corpi stando essa lamina metallica isolata. In somma coll'uno o coll'altro degli indicati mezzi voi otterrete elettricità da corpi che non avreste mai creduto che godessero di questa virtù, anche da corpi non secchi, da tutti infine eccetto solo i metalli e i carboni: dirò dippiù, ch'io ne ho ottenuto qualche volta strofinando la lamina metallica colla mano nuda.

28. 5°. Si è cercato se il calore, l'evaporazione, le fermentazioni, ec. producano qualche grado di elettricità, ossia cagionino qualche alterazione alla dose naturale del fluido elettrico nei corpi che subiscono cotesta azione, e in quelli che ne sono in contatto. La ricerca era di grande importanza per fissar pure qualche idea sull'origine dell'elettricità naturale, ossia atmosferica. Io so di molti che hanno tentato specialmente sull'evaporazione delle sperienze

Digitized by Google

invano, anche hanno infine rinunciato alla speranza di ottenere per tal mezzo segni elettrici; nè so d'alcuno che sia ancor giunto ad ottenerli. Le mie proprie sperienze non avean avuto miglior successo; ad ogni modo ben lungi di rinunciare ad ogni speranza, le andava sempre più nodrendo. Da gran tempo io aveva imaginato che le dissoluzioni, le effervescenze, le volatilizzazioni, ec. sconvolgendo le minime particelle, e forma e posizione mutandone, doveano coll'alterazione delle forze mutue di esse particelle aumentare o diminuire le rispettive capacità dei corpi sottoposti a que' moti intestini, e conseguentemente occasionare dove condensazione, dove rarefazione del fluido elettrico: ne era così persuaso, che non sapevo darmi pace che l'elettricità non si manifestasse per alcuno di tai processi; di tal mancanza di segni pertanto io ne accagionava parte alla debolezza dell'elettricità che per tal modo si eccitava, parte alla dissipazione di essa prodotta dai vapori medesimi che si sollevano durante il processo, e distruggono quasi intieramente l'isolamento: mi compiaceva però sempre a pensare, che l'avrei un giorno potuta scoprire cotesta elettricità fugace, moltiplicando le sperienze, e mettendovi più di attenzione e di accuratezza. Due anni sono allorchè fui passo passo condotto alla maniera di condensare a un segno sì grande l'elettricità coll'apparecchio quì descritto, i miei pensieri si rivolsero nuovamente all'oggetto delle antiche mie ricerche, e concepj molto più fondata speranza di poter iscoprire qualche cosa, e già mi proponeva di applicarmi, a tali sperienze, quasi presagendo la riuscita; ma varj accidenti le ritardarono fino al Marzo e Aprile di questo anno, in cui intraprese avendole a Parigi in compagnia di alcuni membri dell'Accademia R. delle Scienze, mi riuscì finalmente di ottenere segni non dubbj di elettricità (che dico segni non dubbj?) fin la scintilla elettrica dall'evaporazione dell'acqua, dalla semplice combustione dei carboni, e da varie effervescenze, come quelle che producono l'aria infiammabile, l'aria fissa e l'aria nitrosa.

29. Terminerò la prima parte di questa memoria coll' dire, (sic) che oltre gli accennati vantaggi, ed altri del medesimo genere, che ne procura il nostro condensatore considerato semplicemente come istromento, atto ad ingrandire i segni dell'elettricità ; le varie sperienze che possono farsi con esso spargono eziandio molto lume sulla teoria elettrica, per quella parte massimamente che riguarda l'azione delle atmosfere: lo che andiamo a vedere nella parte 2ª.

Digitized by Google

PARTE SECONDA.

In qual maniera un conduttore accostandosi a un altro sotto certe condizioni, si trovi in istato di ricevere una straordinaria quantità di elettricità.

30. Le sperienze riportate nella prima parte di questa memoria ci hanno abbastanza mostrato come una lamina metallica o qualsivoglia piano conduttore, cui soglio appellare *scudo*, applicato ad un altro piano, il quale opponga, o per la qualità sua di cattivo conduttore, o per l'interposizione di un sottile strato coibente, una certa non grande resistenza alla trasfusione dell'elettricità, come dissi, tale scudo in siffatta posizione atto sia a tirare sopra di sè e raccorre nel suo seno maggiore copia di elettricità, che se si trovasse in qualsivoglia modo perfettamente isolato. Abbiam veduto come facendolo toccare all'uncino di una boccia di Leyden, al conduttore di una macchina elettrica, o a quello dell'elettricità atmosferica, infine a qualunque potenza o sorgente elettrica, anche quando l'elettricità è debolissima e affatto impercettibile, pur gli se ne comunica tanto da poter manifestarsi quindi con segni molto vivaci, tosto che si leva esso scudo in alto. Or qui intraprendiamo di spiegare un tal fenomeno: e la spiegazione medesima servirà più ch'altra cosa a facilitare la pratica delle sperienze di questo genere.

31. Adunque il tutto si riduce a questo: che la lamina o scudo ha molto e molto maggiore capacità nel 1° caso, quando cioè posa sul piano avente le condizioni indicate (prec. e 11. 12. 22,), che nel 2°, in cui tiensi es. gr. in alto sospeso per i suoi cordoncini di seta, o per un manico isolante, oppur che posa sopra un grosso strato coibente, o sopra un piatto isolato.

Per dilucidare questo punto essenziale, prendiam le cose da più lontano.

32. Non vi vuol molto a comprendere, che ivi è maggiore capacità, dove una data quantità di elettricità sorge a minor intensità, o che è lo stesso, quanto maggior dose di elettricità è richiesta a portare l'azione a un dato grado d'intensità; e *viceversa:* a dir breve, la capacità e azione, o tensione elettrica sono in ragione inversa.

Digitized by Google

9. Elettroforo voltiano colla stiacciata di ceralacca molto sottile. — 10. Elettroforo colla stiacciata composta di tre parti di trementina, due di ragia ed una di cera, con alquanto minio. — 11. Elettroforo portatile coll'astuccio contenente piccole bottiglie di Leida. — 14. Eudiometro voltiano della prima maniera, entro cui si accende colla scintilla elettrica un miscuglio d'idrogeno e di aria. — 19. Condensatori aventi i piatti verniciati di diverse sostanze isolanti. — 20. Condensatore per ottenere i segni elettrici colla evaporazione dei liquidi. — 34. Elettrometro-condensatore: è quello che servì al Volta per dimostrare l'elettricità metallica.

Digitized by Google

Digitized by Google

Farò qui osservare sul principio, ch'io dinoto col termine di tensione (che volentieri sostituisco a quello d'intensità) lo sforzo che fa ciascun punto del corpo elettrizzato per disfarsi della sua elettricità, e comunicarla ad altri corpi: al quale sforzo corrispondono generalmente in energia i segni di attrazione, ripulsione, ecc. e particolarmente il grado a cui vien teso l'elettrometro.

33. Ciò che abbiam detto comprendersi facilmente che la tensione debb'essere in ragione inversa delle capacità, ci viene poi mostrato nella maniera più chiara dall'esperienza. Siano due verghe metalliche, una lunga 1 piede, e l'altra 5. di grossezza eguali. S'infonda alla prima tanto di elettricità, che giunga a vibrare un elettrometro annesso a 60 gradi: se in questo stato si farà toccare quella all'altra verga, l'elettricità compartendosi equabilmente ad ambedue, diminuirà di tensione tanto appunto, quanto la capacità si truova ora accresciuta, cioè 6 volte: locchè ci farà vedere l'elettrometro, smontando dai 60, ai 10 gradi. Così se l'istessa quantità di elettricità venisse a diffondersi in un conduttore 60 volte più capace, non rimarrebbe che $^1/_{60}$ della primiera tensione, cioè un grado solo: come *viceversa* la tensione di 1 sol grado di cotesto gran conduttore, o d'altro qualunque, salirebbe a 60, ove la di lui elettricità venisse a raccorsi e condensarsi in una capacità 60 volte minore.

34. Or non solo conduttori di mole e massa diversi hanno diversa capacità; ma anche l'istesso conduttore può averne una maggiore o minore, secondo varie circostanze; alcune delle quali non sono per anco state considerate, come si conviene. È stato osservato che l'istesso conduttore acquista o perde in capacità, a misura che si aggrandisce o si ristringe di superficie; secondo che una catena metallica es. gr. si dispiega in lungo, o si ammucchia, secondo che vari cilindri contenuti un nell'altro, come quelli d'un canocchiale si traggono fuori, o si fanno rientrare, ec. Quindi si è concluso generalmente che la capacità non è in ragion della massa, ma bene in ragion della superficie del conduttore: come FRANKLIN ha dimostrato appunto coll'indicato sperimento della catena.

35. Questa conclusione è giusta, ma non comprende ancor tutto, perocchè anche con superficie egualmente grandi si ha maggiore o minore capacità, se siano i conduttori diversamente conformati. Essa si troverà maggiore di molto in quel conduttore che avrà più lunghezza comunque sia d'altrettanto men grosso, co-

Digitized by Google

sicchè la quantità della superficie rimanga eguale: come WATSON ed altri aveano già osservato, e come io mi lusingo d'aver posto in miglior lume nella mia memoria sulla capacità de conduttori semplici, nella quale dimostro il grande vantaggio di un conduttore costrutto di molte verghe di legno coperte di foglia metallica, e collocate in lungo punta a punta, sopra gli ordinarj conduttori assai più grossi e meno lunghi. Se l'istesso conduttore colla grossezza e lunghezza medesima non sia diritto, ma assai curvo, e molto più se essendo es. gr. un fil di ferro, abbia molti torcimenti, o si ripieghi indietro, avrà minore capacità; così pure l'avranno minore le indicate verghette, se invece d'esser collocate punta a punta in linea retta, lo siano ad angolo, e peggio se s'accostino parallele.

Le sperienze ed osservazioni da me rapportate in quello scritto, ed infinite altre, massimamente quelle intorno al così detto *pozzo elettrico*, concorrono tutte a provare, che la capacità è in ragione non delle superficie qualunque esse sieno, ma delle *superficie libere dall'azione delle atmosfere omologhe*: nella quale rettificata proposizione converranno tutti quelli, che si faranno a considerare i principali fenomeni delle atmosfere elettriche.

36. Ma v'è dippiù ancora: e questo è propriamente che fa al nostro caso. L'istesso conduttore ritenendo la stessa superficie, e la forma sua non mutata, acquista maggiore capacità allorachè in luogo di rimanere isolato solitariamente, si affaccia a un altro conduttore non isolato, e l'acquista tanto sempre maggiore quanto vi si affaccia più davvicino, e quanto le superficie che si presentano un l'altro sono più larghe. Io chiamo quel conduttore isolato che ne ha un altro di fronte (sia questo non isolato, come nel caso nostro, sia anche isolato, elettrizzato o no), lo chiamo *conduttore coniugato*; e già io aveva promesso nella mentovata dissertazione, trattato avendo della capacità de' *conduttori semplici*, o *solitari*, di trattare in seguito di quella de *conduttori conjugati*.

37. Tale circostanza, che accresce prodigiosamente la naturale capacità di un conduttore, quella è sopra tutto, a cui non truovo che si sia fatta ancora la debita attenzione; molto meno che alcuno ne abbia tratto quei vantaggi, che dall'applicazione facilmente ne derivano. Ma veniamo a quelle sperienze più semplici, che ci mettono sott'occhio questa accresciuta capacità.

Prendo un disco di metallo, il solito scudo d'elettroforo per

Digitized by Google

esempio, e tenendolo in alto isolato lo elettrizzo a una data forza, quanto basta, supponiamo, a fare che un elettrometro annesso si tenda a 60 gradi; calando indi esso disco gradatamente verso un tavolo od altro piano deferente, ecco che decade l'elettrometro a 50, 40, 30 gradi. Non crediate perciò che sia scemata a questo punto la quantità d'elettricità che il disco possiede, la quale anzi, purchè quello non sia giunto a tale vicinanza dell'altro piano deferente da dar luogo alla trasfusione collo scoccare di qualche scintilla, si sarà mantenuta nell'intierezza sua, quanto almeno la lunghezza del tempo, lo stato dell'aria e dell'isolamento lo permette. Onde dunque tale e tanto abbassamento di *tensione*? Non altronde che dall'accresciuta capacità del disco, or non più solitario, ma *conjugato*. In prova di che se si sollevi di nuovo gradatamente, risalirà il suo elettrometro a 40, 50, e fin presso ai 60 gradi di prima (risalirebbe a 60 giusto, se si potesse impedire affatto il dissipamento nell'aria, e lungo gl'isolatori non mai perfetti abbastanza); a misura cioè che allontanandosi dall'altro piano deferente ritorna il disco a quella più angusta capacità, che gli compete quand'è solitario.

38. La ragione di un tale fenomeno si deduce facilmente dall'azione delle *atmosfere elettriche*. Quella del disco, che or suppongo elettrico *per eccesso* si fa sentire al tavolo, od altro qualsivoglia conduttore, a cui si affaccia in guisa che il fuoco di questo, giusta le note leggi, ritirandosi si dirada nelle parti più vicine al disco sovrastante, e tanto più si dirada, quanto esso disco elettrico si va più accostando. Se l'elettricità di questo è *per difetto*, il fuoco del tavolo o piano inferiore qualunque sia, accorre e si addensa verso la superficie medesima, che guarda il disco, e che ne sente più davvicino l'azione. Insomma le parti immerse nella sfera di attività del disco contraggono un'elettricità *contraria*, elettricità che può dirsi *accidentale*, e che portando in certo modo un *compenso* a quella *reale* nel disco medesimo, ne diminuisce la *tensione*, come appunto ci dimostra l'abbassamento dell'elettrometro (prec.).

39. Due altre sperienze porranno in maggior lume questa azione reciproca delle armosfere elettriche, mercè di cui ora s'infievoliscono, ora si rinforzano mutuamente le *tensioni* ossia azioni elettriche di due corpi col solo avvicinarsi l'uno all'altro, ritenendo ciascuno nè più nè meno la sua dose di elettricità.

Cominciamo da quelle che si rinforzano. Queste sono le *atmo-*

Digitized by Google

sfere omologhe. Siano pertanto due piani conduttori, due dischi, elettrizzati o per eccesso amendue, o amendue per difetto. Si affaccino questi, e si vadano gradatamente avvicinando: vedrassi che influiscono l'uno sull'altro in modo, che la *tensione* elettrica s'accresce in amendue a proporzione del più grande avvicinamento, e della quantità di superficie che si presentano: ciò, dico, vedrassi dal maggiore innalzamento de' rispettivi elettrometri, e dalla scintilla, che esplorando l'uno o l'altro di quei dischi scoccherà a maggior distanza, che se ciascuno fosse rimasto con tutta la sua elettricità *solitario*. In quello stato adunque di avvicinamento egli è chiaro, che ciascuno de due conduttori *conjugati* ha una minore capacità; giacchè a proporzione che sono già *attuati* a un più alto grado di elettricità, lor resta meno per giugnere al sommo, o a parlar più giusto, maggiore è la resistenza che oppongono ad un'ulteriore carica, conformemente a quanto osservato già abbiamo (33.) che la tensione esprime lo sforzo, onde un corpo tende a disfarsi dell'elettricità, e a comunicarla altrui. Così una boccia di Leyden carica a un grado un poco maggiore di quello dei dischi *solitari*, la quale per conseguenza *darebbe* loro in tale stato, *riceverà* all'incontro da essi quando essendo *conjugati* vi prevale la *tensione*: ritornando questi solitari, cederanno un'altra volta alla boccetta, ec.

Or anche si comprende quello, che abbiamo fatto più sopra osservare (36.), onde sia cioè che un filo metallico ripiegato, o molte verghe poste allato e vicine le une alle altre, abbiano minore capacità che disposte l'une all'altre in una linea retta; perchè con superficie eguali un conduttore corto e grosso abbia meno capacità d'un lungo e sottile; perchè infine la capacità sia in ragione delle superficie *libere*, o meno *attuate* dall'influsso delle *atmosfere omologhe*.

40. Siano ora i medesimi dischi della sperienza precedente ambi elettrizzati, ma uno *per eccesso* l'altro *per difetto*, ben si vede che ne seguiranno effetti contrarj: cioè l'influenza vicendevole delle atmosfere, per cui l'uno è *attuato* dall'altro, produrrà un *compenso* od *equilibrio accidentale*, onde diminuirassi la *tensione* in amendue, cadrà l'elettrometro, ecc. Allora io dico che trovasi accresciuta in ciascuno de due dischi la capacità, inquantochè opporrà ciascuno minor resistenza ad un'ulteriore carica dell'elettricità che già possiede, e gliene rimarrà dippiù a prendere per giugnere a un dato grado di *tensione*. Così una boccetta di Leyden carica dell'i-

Digitized by Google

stessa specie d'elettricità d'uno di questi dischi, e all'istesso grado ed anche al disotto, potrebbe tuttavia aggiungere all'elettricità di quello, quando, trovandosi *conjugato*, la sua *tensione* è indebolita dall'atmosfera elettrica contraria del disco compagno; ma rimosso quello da questo e divenuta in lui la *tensione prevalente* darebbe egli della sua elettricità alla boccetta, ec.

41. Non resta più ora che fare un'applicazione di quest'ultima sperienza a quelle riportate di sopra (38.), in cui il disco elettrizzato si affaccia a un piano conduttore non isolato. S'egli è vero come supposto abbiamo che questo nella parte più vicina a detto disco elettrico, per l'azione della di lui atmosfera, si compone ad un'elettricità contraria, vale a dire che il fuoco ivi si dirada qualor l'incombente elettricità sia *in più* o vi si condensa qualor sia *in meno* (39.), dovrà dunque nascere l'istesso *equilibrio* accidentale, l'istesso *compenso*, e alleviamento alla *tensione* elettrica del disco, lo stesso abbatimento (sic) dell'elettrometro, come appunto si osserva (38.): quindi l'accresciuta capacità di esso disco; quindi la maggior dose di elettricità che potrà ricevere (prec.) ecc.

42. La cosa è già bastantemente chiara ma si renderà ancora più manifesta, e toccherassi con mano, se si venga ad isolare il piano conduttore (supponiam che questo sia parimenti un disco metallico che chiameremo disco inferiore) affacciato già al disco elettrico, e dopo si allontanino un dall'altro; giacchè allora compariranno realmente in esso piano o disco inferiore i segni dell'elettricità contraria da esso lui acquistata allorchè non era isolato, e trovavasi immerso nell'atmosfera del disco superiore. Cotesto disco superiore poi, il quale intantochè si allontana, ricupera la *tensione*, che l'avvicinamento gli aveva fatto perdere, la perderà di nuovo a misura che si accosterà un'altra volta al disco inferiore, e la farà perdere a lui medesimo, in virtù dell'azione reciproca delle contrarie elettricità (41.) a indicare le quali vicende è opportuno che trovisi un elettrometro annesso a ciascuno de dischi; poichè il linguaggio dell'elettrometro è il più significante di tutti, e ardisco dire ch'esso solo vi dà la spiegazione di tutti i fenomeni riportati in questo scritto, e d'infiniti altri analoghi.

43. Che se il disco inferiore si truovi isolato, al primo affacciarvi il disco superiore elettrizzato, e isolato rimanga tutto il tempo che questo vi sta sopra, in tal caso venendo *attuato* dalla di lui atmo-

Digitized by Google

sfera, acquisterà quella che chiamo elettricità *omologa accidentale*, cioè una *tensione* od azione elettrica, con cui fa sforzo di conseguire l'elettricità contraria; il che non venendogli dato di effettuare, per l'isolamento in cui si truova, non potrà neppur *compensare* nel dovuto modo l'elettricità del disco incombente, nè quindi diminuire in lui la *tensione* notabilmente, dimodochè l'elettrometro appena farà cenno di abbassarsi (il quale picciolo abbassamento si deve a quel poco di fuoco, che per l'azione dell'atmosfera elettrica può muoversi nella spessezza del qualunque disco inferiore, o lungo i suoi sostegni isolanti non mai perfetti abbastanza); e per conseguenza non acquisterà il disco superiore maggiore capacità, onde poter prendere maggior dose di elettricità. Ma bene l'acquisterà, se un momento si venga a toccare il disco inferiore, onde distruggere in esso l'elettricità *accidentale omologa*, che vuol dire fargli prendere la *reale contraria*.

44. Se il disco inferiore non che trovarsi isolato, sia egli medesimo isolante, succederà lo stesso, cioè non potrà diminuire la *tensione* elettrica nè quindi aumentare la *capacità* del disco superiore accostatogli comunque. Non così però se cotal disco isolante sarà semplicemente un sottile strato che copra un conduttore; mercecchè questo piano conduttore che trovasi poco sotto, e in cui può muoversi liberamente il fuoco, farà esso il giuoco di *compensare* l'elettricità del disco superiore; e lo strato isolante interposto diminuirà soltanto l'azion mutua delle atmosfere elettriche, in ragione della maggior distanza che pone tra l'uno e l'altro conduttore.

45. La *tensione* ossia azione elettrica del disco, la quale, come abbiam veduto (38. 42.) va diminuendosi a misura ch'egli si affaccia più davvicino ad un piano deferente non isolato, è portata a un tale decadimento quando si arriva quasi al contatto, il *compenso* od *equilibrio accidentale* essendo allora quasi perfetto, che dove l'elettrometro era teso a 60, 80, 100 gradi, si vedrà or disceso a 1 grado solo, ed anche meno. Quindi se il piano o disco inferiore opponga solo una picciola resistenza al trapasso dell'elettricità, o per l'interposizione d'un sottile strato coibente, o per la natura sua propria d'imperfetto conduttore, qual è il marmo asciutto, il legno secco, ec. tale picciola resistenza congiunta a quella della distanza comunque picciolissima non potrà essere superata da tale debolissima *tensione* del disco elettrico; il quale perciò non iscaglierà scintilla al piano (salvo

Digitized by Google

che forse degli orli non ben ritondati, e nel caso che possieda una gran copia di elettricità); anzi conserverà tutta o quasi tutta la sua elettricità, dimodochè rialzandolo, il suo elettrometro ascenderà quasi al grado di prima. Più: potrà il disco senza gran detrimento della sua elettricità giugnere fino al contatto del piano imperfetto conduttore, e restarvi qualche tempo applicato: nel quale contatto la *tensione* elettrica trovandosi pressochè ridotta a nulla non ha forza di passare dal disco al piano che combacia se non lentissimamente.

46. Non andrà però così la bisogna, se ripetendo l'esperienza s'inclini il disco, e si porti a toccare il medesimo piano in costa: allora sussistendo in quello maggior *tensione* di elettricità (come ci mostrerà il fedele elettrometro), giacchè non vien bilanciata che corrispondentemente ai punti di superficie dell'uno che guardano davvicino la superficie dell'altro, cotal azione elettrica meno indebolita vincerà la piccola resistenza del marmo, o di qualsiasi altro imperfetto conduttore, e fino di un sottile strato coibente che trovisi interposto, cosicchè l'elettricità trasfonderassi realmente, e o s'affiggerà a cotesto strato coibente che copre il conduttore, o passerà entro a questo se è nudo fino a perdersi nel suolo, e ciò in brevissimo tempo: e laddove vedemmo (praec.), che non ne passa nulla o quasi nulla in tempo assai più lungo, quando il contatto col medesimo piano è il più ampio possibile. Il che ha l'aria di paradosso; ma pur si spiega così bene coi principj delle atmosfere elettriche.

47. Quello che sembra anche più paradosso, o almeno che sorprende di più, si è che neppure il contatto di un dito o di un pezzo di metallo comunicanti col suolo, replicato più volte e continuato per alcuni secondi, valga a spogliare intieramente dell'elettricità il disco posato sull'amico piano; ma ve ne lasci sovente tanto da poter dare ancora una scintilla quando in seguito si leva esso disco in alto. Invero tal fenomeno sarebbe inesplicabile anche nei nostri principj, se il dito o il metallo fossero perfetti conduttori, a segno di non opporre la minima resistenza al passaggio del fluido elettrico, come si crede comunemente; ma la cosa non è così; e ce lo dimostrano queste stesse sperienze. I metalli dunque non sono che conduttori meno imperfetti degl'altri corpi. Ma, dirassi, noi vediamo che si trasfonde da un capo all'altro di un metallo, e da un metallo all'altro l'elettricità in un'istante. Sia pure così di quell'elettricità che dispiega una forza sensibile a segno di tendere un'elettrometro, o di attrarre

Digitized by Google

un filo leggerissimo. Ma convien riflettere che al di sotto di questo vi hanno da essere ancora altri gradi di elettricità impercettibili, i quali, dico io, non son valevoli a superare sì tosto quella qualunque piccola resistenza che pure oppor denno i migliori conduttori. Quando dunque un metallo tocca il disco elettrizzato che riposa sul suo piano, lo spoglia immantinente dell'elettricità fino al segno che la *tensione* diviene affatto *insensibile*, non però *nulla*, essendo ridotta supponiamo, a $^1/_{50}$ di grado. Ma se sollevando il disco in alto la sua *capacità* si ristringa a segno che dispieghi una tensione elettrica 100 e più volte maggiore, questa salirà dunque a 2 gradi, ed oltre; con che sarà divenuta sensibile, finanche al punto di dare una scintilla.

48. Fin qui considerato abbiamo come l'azione delle atmosfere elettriche debba modificare l'elettricità del disco nelle sue varie situazioni, allorchè gli è stata infusa prima di accostarlo al piano deferente. Ora vediamo che avvenir debba allorchè gli s'infonde stando già egli vicino o meglio applicato al detto piano. Quando ho detto dal bel principio (32). che in tale stato egli ha molto maggiore *capacità*, e son venuto provandolo fin qui, ho detto e provato tutto: le applicazioni sono facili a farsi. Gioverà non pertanto esemplificare un'esperienza. Mi si dia una boccia di Leyden, o un ampio conduttore elettrizzati a 1 sol grado di *tensione*, od anche meno. Se io farò toccare l'una o l'altro al mio disco posato, è chiaro che gli comunicheranno della loro elettricità a misura della sua *capacità*, tanto cioè quant'egli può riceverne per comporsi con essi ad una *tensione* ossia forza elettrica *eguale*, supponiamo di ½ grado. Ma la sua *capacità* or ch'egli è non solamente *conjugato* ma combaciante il conduttore compagno, è 100 e più volte maggiore (46.) di quando si trova isolato *solitariamente*, ossia vi vuole per produrvi la data tensione 100 volte maggior dose di elettricità (33.), quindi appunto ne avrà preso 100 volte più, che non avrebbe potuto prenderne stando isolato in aria. Quando dunque si leverà in alto a misura che allontanandosi dal caro piano si ridurrà alla naturale sua angusta *capacità*, la *tensione* elettrica dispiegherassi maggiore, e maggior sempre fino al termine di 50 gradi (nel supposto caso che la tensione fosse di ½ grado stando il disco posato), quando cioè la sua atmosfera non facendosi sentire al detto piano, sarà cessata ogni maniera di *compenso*, e tolto quell'*equilibrio accidentale*, che teneva la tensione così bassa (39. 42.). E' inutile il dire, che calando di nuovo il disco verso il piano,

Digitized by Google

si abbatterà di nuovo l'elettrometro, a misura che l'*equilibrio accidentale* si andrà ristabilendo; giacchè questo è il primo fenomeno che contemplato abbiamo (38.), e che ne ha condotti alla spiegazione di tutto il resto.

49. Soggiungerò questo per ultimo schiarimento. Succede al disco che passa dallo stato d'isolamento solitario a quello di affacciarsi fin anche a combaciare un piano convenientemente preparato, o da questo all'altro stato, lo stesso che succede ad un conduttore compreso sotto angusta superficie, che si dispieghi in una assai più ampia, e *vice versa* (richiamiamo l'esempio della catena ammucchiata e poi distesa, o dei cilindri ch'entrano un nell'altro (35.)). Elettrizzato a un alto grado il conduttore quand'è avvolto e impicciolito, se dopo viene a distendersi od allungarsi, decade in lui la *tensione* a misura che l'elettricità, compartendosi a una più grande *capacità* vien diradata. All'incontro elettrizzato debolmente quando è disteso e gode della sua maggiore capacità, se dopo si avvolge e rappicciolisce, va egli acquistando viemmaggior *tensione* a misura che l'elettricità si raccoglie e viene condensata in una capacità minore. Così appunto il nostro disco se venga elettrizzato quand'è *solitario* a una forte *tensione* questa anderà scemando a misura che egli si affaccia ad un altro piano non isolato; all'incontro elettrizzato debolissimamente quando è prossimo a questo piano o lo combacia, vedrassi crescere in lui insignemente la *tensione* a misura che si allontana da quel piano. Si può dunque dire che l'elettricità viene qui pure in certo modo *condensata*, non altrimenti che nell'addotto esempio del conduttore che s'impicciolisce: e quindi il nome di *condensatore* che ho dato al mio apparecchio. Certo se non può dirsi nel nostro caso *condensata* l'elettricità in minore spazio, giacchè e massa e volume rimangono i medesimi nel disco che adoperiamo, ella è però confinata in tal corpo di cui la *capacità* di grandissima che era è divenuta come che sia picciolissima.

50. Ora se una debole insensibile forza elettrica di una boccetta di Leyden o di un conduttore appena un poco carichi applicata al disco giacente può accumularvi tanto di elettricità, onde poi levato in alto dispieghi una forte tensione, vibri vivace scintilla, ec. che farà una carica forte della boccia o del conduttore applicatavi ugualmente? Non farà gran cosa di più, per la ragione che tutta quell'elettricità ch'è superiore in forza alla piccola resistenza che op-

Digitized by Google

pone la superficie del piano (46.), fia persa, trapassando in esso (47.). Ad ogni modo se questo piano essendo convenientemente preparato (11. 12. 22.), tale resistenza sia discreta, il disco non se ne staccherà senza vibrare d'attorno dagli orli comunque ritondati fiocchi di luce, per la strabocchevole copia di elettricità, di cui si troverà carico: e a tanto non sarà neppur necessario che la boccetta che s'impiega a dargliela abbia assai forte carica, bastando una mediocre, e meno che mediocre, tale che appena giunga a dar scintilla.

51. Da tutto il fin qui detto s'intende facilmente, che se il disco posato può prendere buona dose di elettricità da una boccia di Leyden, o da un ampio conduttore, comechè debolissimamente animati, non lo può in alcun modo da un conduttore poco capace (e come darebbe questi ciò che non ha?) a meno che non si continui d'altra parte ad infondere a lui medesimo quella qualunque debole elettricità, a meno che la sorgente non continui per qualche tempo: il che ha luogo per esempio nel conduttore atmosferico che bee l'elettricità insensibile dell'aria, e in quello malissimo isolato d'una macchina ordinaria, il di cui giuoco vi mantiene una sì debole *tensione* di elettricità, che in niun modo appara. In ambi questi casi abbiamo osservato infatti (4. 25.) che vi vuol del tempo prima che il disco possa raccorre una dose sufficiente di elettricità.

52. Come un ampio conduttore trasmette la massima parte della sua elettricità al nostro disco, il quale quantunque assai più picciolo, gode però in grazia della sua vantaggiosa posizione, in grazia di quell'*equilibrio accidentale* a cui si compone col piano, d'una capacità molto più grande di quella che gli compete in istato solitario; e come levando in seguito esso disco in alto, con che tolto ogni *equilibrio* o *compenso*, vien ristretto alla naturale sua angusta capacità, quella stessa dose di elettricità presa al gran conduttore, e che appunto per esser egli sì grande vi producea sì debole *tensione* or ne produce una tanto più grande in cotesto disco; nell'istessa maniera, e per l'egual ragione l'elettricità aumenterà una seconda volta di tensione facendola passare dal disco già sollevato ad un altro giacente molto più piccolo, da innalzarsi quindi similmente.

Il Sig. CAVALLO, a cui dietro le altre mie sperienze, suggerì quest'artificio, ha fatto tal picciolo disco d'una laminetta non più grande d'uno scillino. E certo questo secondo *condensatore* dell'elettricità è utile in molti casi in cui l'elettricità non è sensibile ancora

Digitized by Google

o dubbia col primo: come ce ne hanno assicurato varie prove che facemmo insieme. Talora l'ordinario disco toccato dal corpo, di cui si dubitava se avesse o no un principio di elettricità, non movea ancora l'elettrometro sensibilissimo dell'istesso Sig. CAVALLO; ma toccato con quel disco l'altro picciolino, questo facea divergere sensibilmente le pallottoline dell'elettrometro. Eppure qualche volta anche con questo non si otteneva nulla, o un'ombra solamente di elettricità. Or se noi supponiamo la *tensione* elettrica accresciuta a 1000 volte tanto per l'intervento dei due condensatori, il che non è troppo, quanto mai debole esser dovea originariamente nel corpo esaminato? Quando debole p. e. quella che si eccita in un metallo strofinandolo colla mano nuda, giacchè communicata *(sic)* al primo, e da questo al secondo picciolo disco, e finalmente all'elettrometro, le palle appena fan cenno di scostarsi? Ma basta che facciano tanto per essere noi convinti, che l'elettricità non è nulla, e che il metallo l'ha originariamente contratta per lo stropicciamento della mano. Quanto mai eravam lontani da una simile scoperta pochi anni addietro prima del nostro *condensatore*, e dell'elettrometro così sensibile del Sig. CAVALLO. Quanti gradi di elettricità noi scopriamo adesso al disotto del più picciolo d'allora?

APPENDICE.

Ho detto al § 28. che mi è riuscito finalmente di ottenere segni distintissimi di elettricità e dalla semplice evaporazione dell'acqua, e da varie effervescenze chimiche. Essendo questo un fatto non meno interessante che nuovo, stimo non inopportuno di far qui il racconto fedele delle sperienze. Le prime dunque, come ivi accenno, sono state fatte a Parigi in compagnia di due fisici illuminati e membri dell'Acc. R. delle Scienze. Furono questi il Sig. LAVOISIER, e il Sig. DE LA PLACE. Eglino concepiron meco la speranza di un felice riuscimento, quando ebbi loro mostrato gli effetti del mio *condensatore*, e spiegata la ragione dei fenomeni: conseguentemente il Sig. LAVOISIER ne ordinò un grande col piano di marmo bianco. I primi tentativi da me fatti con questo in compagnia del Sig. DE LA PLACE sull'evaporazione dell'acqua e dell'etere non furono coronati dal successo; ma il tempo era cattivo, la stanza troppo picciola e

Digitized by Google

ingombrata di vapori, e l'apparato non troppo ben in ordine. All'incontro quelli che ripeterono l'istesso Sig. de la Place e Sig. Lavoisier ad una campagna di quest'ultimo ebbero buon riuscimento. La qual cosa c'invogliò a ripetere e moltiplicar le sperienze, e il successo fu completo, avendo ottenuto segni chiarissimi di elettricità dall'evaporazione dell'acqua, dalla semplice combustione dei carboni, e dall'effervescenza delle limature di ferro nell'acido vitriolico diluto. Ciò avvenne il giorno 13 Aprile e la maniera di far l'esperienza fu questa: si isolò in un aperto giardino una gran lastra di metallo, alla quale era attaccato un lungo filo di ferro che veniva a terminare in contatto dello scudo o disco posato sul piano di marmo, e questo tenevasi continuamente asciutto e caldo da alquanti carboni sottoposti. Ciò fatto posimo su la detta lastra isolata alcuni scaldini ripieni di carboni mezzo accesi, e lasciammo che la combustione ajutata da un gentil vento che spirava andasse rinforzandosi per alcuni minuti: allora rimovendo lo scudo dal contatto del filo metallico e quindi da quello del marmo con alzarlo al consueto modo, vi comparvero i segni aspettati di elettricità, mentre accostato al nuovo elettrometro del Sig. Cavallo, fece che s'aprissero i due fili colle pallottoline: esaminata questa elettricità si trovò essere *negativa*. Si ripetè l'esperienza ponendo sulla lastra isolata invece dei scaldini quattro vasi con entro limatura di ferro e acqua, quindi versando in tutti quattro a un tempo abbastanza d'olio di vitriolo per far sorgere una furiosa effervescenza: quando il forte bollore cominciava a cadere, allora fu che esplorato lo scudo non che movere i fili dell'elettrometro a qualche distanza, ci diede una sensibile scintilla. Anche qui l'elettricità si riconobbe essere *negativa*. Quanto furon vivi e distinti i segni elettrici con tal prova dell'effervescenza, altrettanto deboli ed equivoci riuscirono questa volta coll'evaporazione dell'acqua eccitata or con mettere delle casseruole con entro acqua a bollire sopra i scaldini portati come qui innanzi dalla lastra isolata, ora con versar l'acqua in coteste casserole previamente ben riscaldate.

Pochi giorni dopo ripetemmo le sperienze in una grande stanza estendendole alle altre effervescenze che producono l'aria fissa, e l'aria nitrosa con buon successo: l'evaporazione sola dell'acqua produsse segni debolissimi talchè ebbimo pena a determinare di quale specie fosse l'elettricità; anzi di tre volte, due ci parve che fosse *posi-*

Digitized by Google

tiva; ma v'è luogo a credere, ed io giudico certamente, che sia stato un errore.

Ancor passati alcuni giorni si ritornò alle sperienze essendo di compagnia anche il Sig. LE ROY membro esso pure dell'Accademia R.; ma nè la combustione, nè l'evaporazione dell'acqua non ci dieder segni sensibili: di che accagionammo l'esser l'aria umidissima per il tempo piovoso che faceva. Pur ne ottenemmo colla generazione dell'aria infiammabile nel momento della più viva effervescenza: e se l'elettricità non fu questa volta così forte da scintillare, lo fu abbastanza perchè ne distinguessimo chiarissimamente la specie, che era *negativa*.

Prima di lasciar Parigi (che fu il 23 Aprile) volendo io mostrare qualche sperienza di questo genere ad un amatore di elettricità e valente macchinista, il Sig. BILLAUM, una volta che mi trovai nel suo laboratorio, presi una giara di vetro, e sospesala a un cordoncino di seta vi misi i materiali per la produzione dell'aria infiammabile: avea fatto entrare nella giara medesima un filo di ferro in modo che toccasse la limatura e l'altro suo capo sporgente venisse a comunicare coll'elettrometro sensibilissimo del Sig. CAVALLO. Quando l'effervescenza fu salita al sommo e la spuma sormontava i labbri del vaso le palle, scostandosi, dieder segno di elettricità; nè questa fu così debole, che non potesse conoscersi esser *negativa*.

Le sperienze coll'evaporazione dell'acqua, che non avean troppo bene corrisposto a Parigi, ebbero molto miglior successo a Londra, quando mi suggerì l'espediente di gettare dell'acqua sopra i carboni accesi ch'erano in un scaldino isolato. L'effumazione rapida che succede non manca mai di elettrizzare lo scaldino *negativamente*, il quale dà segni abbastanza sensibili col solo elettrometro, e col condensatore, se è ben preparato, arriva a produr scintille. Si trovarono presenti la prima volta a queste sperienze in casa del Sig. BENNET grand'amatore di elettricità, il Sig. CAVALLO e il Sig. KIRWAN membri della S. R. e il Sig. WALKER lettore di fisica. Ci servimmo per apparecchio condensatore d'un picciolo scudo d'elettroforo, e d'un piattello di legno, che si trovò al giusto punto semicoibente, il che è raro quando il legno non è inverniciato.

Un'altra volta in casa del Sig. CAVALLO riuscì l'esperienza isolando un picciolo crogiuolo con entro due o tre carboni accesi e quindi versandovi un cucchiajo d'acqua: un filo di ferro che toccava

Digitized by Google

i carboni, ed estendevasi fino all'elettrometro, vi portò sensibile elettricità e sempre *negativa*.

Queste sono le sperienze, che fino ad ora ho avuto occasione di fare; intorno alle quali non debbo tralasciar di dire, che sebbene non avessimo sempre bisogno dell'apparecchio *condensatore* (il quale, se non è benissimo in ordine, a nulla serve, e può nuocere anzichè giovare) per aver segni non dubbi, il solo elettrometro sensibilissimo del Sig. CAVALLO avendoci bastato più volte; convien però confessare che si fu quell'apparecchio che ci mise sulla via di tali sperienze, e che col mezzo suo solamente potemmo ottenere segni di una certa forza, e fin la scintilla elettrica. Io non dubito che essendo ora rese così facili tali sperienze, non siano per essere e ripetute e promosse. Il campo è solamente aperto, e molto resta ancora a fare. Se i corpi risolvendosi in vapori o in un fluido elastico si caricano di fuoco elettrico a spese degl'altri corpi, e gli elettrizzano per conseguenza *negativamente*, venendo in seguito i vapori medesimi a condensarsi, non cercheranno essi di deporre questo carico, e non produrranno conseguentemente segni di elettricità *positiva*? Ecco ciò che merita singolarmente d'essere verificato coll'esperienza. Io ho già immaginato diversi modi di tentare la cosa che metterò alla prova tosto che ne abbia il commodo *(sic)*. Intanto mi sia qui permesso di dar corso per un momento all'idee che volgo in mente intorno all'elettricità atmosferica.

Le sperienze fatte fin quì, e che abbiamo riferite, benchè non sian molte, tutte però concorrono a mostrarci che i vapori dell'acqua, e generalmente le parti d'ogni corpo, che si staccano volatilizzandosi, portano via seco una quantità di fluído elettrico a spese dei corpi fissi che rimangono, elettrizzandoli con ciò *negativamente*, non altrimenti che ne portan via una quantità di fuoco elementare, con ciò raffreddandoli. Quindi volli inferire che i corpi risolvendosi in vapori, o prendendo l'abito aereo, acquistino una maggiore capacità rispetto al fluido elettrico, giusto come l'acquistano maggiore rispetto al fuoco comune o fluido calorifico. Chi non sarà colpito da così bella analogia, per cui l'elettricità porta del lume alla novella dottrina del calore, e ne riceve a vicenda? Parlo della dottrina del calor *latente* o *specifico*, come si vuol chiamare, di cui BLACK e WILKE colle stupende loro scoperte han gettato i semi e che è stata ultimamente tanto promossa dal D.r CRAWFORD dietro le sperienze del D.r IRWINE.

Digitized by Google

Seguendo questa analogia siccome i vapori allorchè si condensano e ritornano in acqua, e conseguentemente alla primiera più angusta capacità, perdono il lor calore *latente*, ossia depongono il di più di fuoco che si avevano appropriato volatilizzandosi; così pure daran fuori il fluido elettrico divenuto ora ridondante. Ed ecco come nasce l'elettricità di eccesso, che domina sempre più o meno nell'aria anche serena, a quell'altezza che i vapori cominciano a condensarsi; la quale è più sensibile nelle nebbie, ove quelli si condensano maggiormente, e già si figurano in goccie; e infino fortissima laddove le folte nebbie si agglomerano in nubi. Fin quì l'elettricità dell'atmosfera sarà sempre *positiva*. Ma formata che sia una nube potentemente elettrica in più, ella avrà una sfera di attività intorno ad essa, nella quale se avviene ch'entri un'altra nube, allora giusta le note leggi delle atmosfere, gran parte del fluido elettrico di questa seconda nube si ritirerà verso l'estremità più lontana dalla prima, e potrà anche sortirne ove incontri o altra nube, o vapori, o prominenze terrestri che lo possan ricevere: ed ecco una nube elettrizzata *negativamente*, la quale potrà a sua posta occasionare coll'influsso della propria atmosfera l'elettricità *positiva* in una terza, ec. di questa maniera s'intende benissimo come si possano avere sovente ne' conduttori atmosferici segni di elettricità *negativa* a cielo più che coperto; e come ne' temporali specialmente, ove molte nubi si veggono pensili, e staccate vergere al basso, e or ondeggiare per qualche tempo, ora scorrere le une sotto le altre, or trasportarsi rapidamente, l'elettricità cambj più volte, e spesso a un tratto da *positiva* in *negativa*, e vice-versa.

Or anche non fia più stupore che le eruzioni de' vulcani, siano state sovente accompagnate da fulmini: in ispecie quella strepitosissima del Vesuvio dell'anno 1779, in cui infinite saette si son vedute guizzare entro gl'immensi globi di fumo eruttati. Le poche sperienze fatte mi han dato a vedere che la quantità di elettricità prodotta dalle effumazioni, dipenda molto e dalla copia dei fumi che s'alzano e singolarmente dalla rapidità. Or quale e quanta non dee essere l'elettricità in simili eruzioni?

Digitized by Google

Digitized by Google

(7)

Dal Volume IV. *dell'Edizione Nazionale*

N. **LIX**

Dalla:

LETTERA III

A MARTINO VAN MARUM

SU PROPOSTE E DISCUSSIONI DI ESPERIENZE

-- Pavia, 15 Giugno 1787 -

NOTA.

Lo scienziato olandese Van Marum aveva compiuto, con una grande macchina elettrostatica, delle esperienze per consiglio del Volta; e, per mezzo di lettere, aveva dato poi comunicazione al Volta dei risultati conseguiti.

Rispondeva il Volta discutendo questi risultati, e proponendo altre esperienze.

Si pubblica parte dell'ultima delle tre lettere citate, nella quale è fatto cenno ad un concetto che richiama quello di energia *di un conduttore.*

Digitized by Google

Digitized by Google

. . . . . .

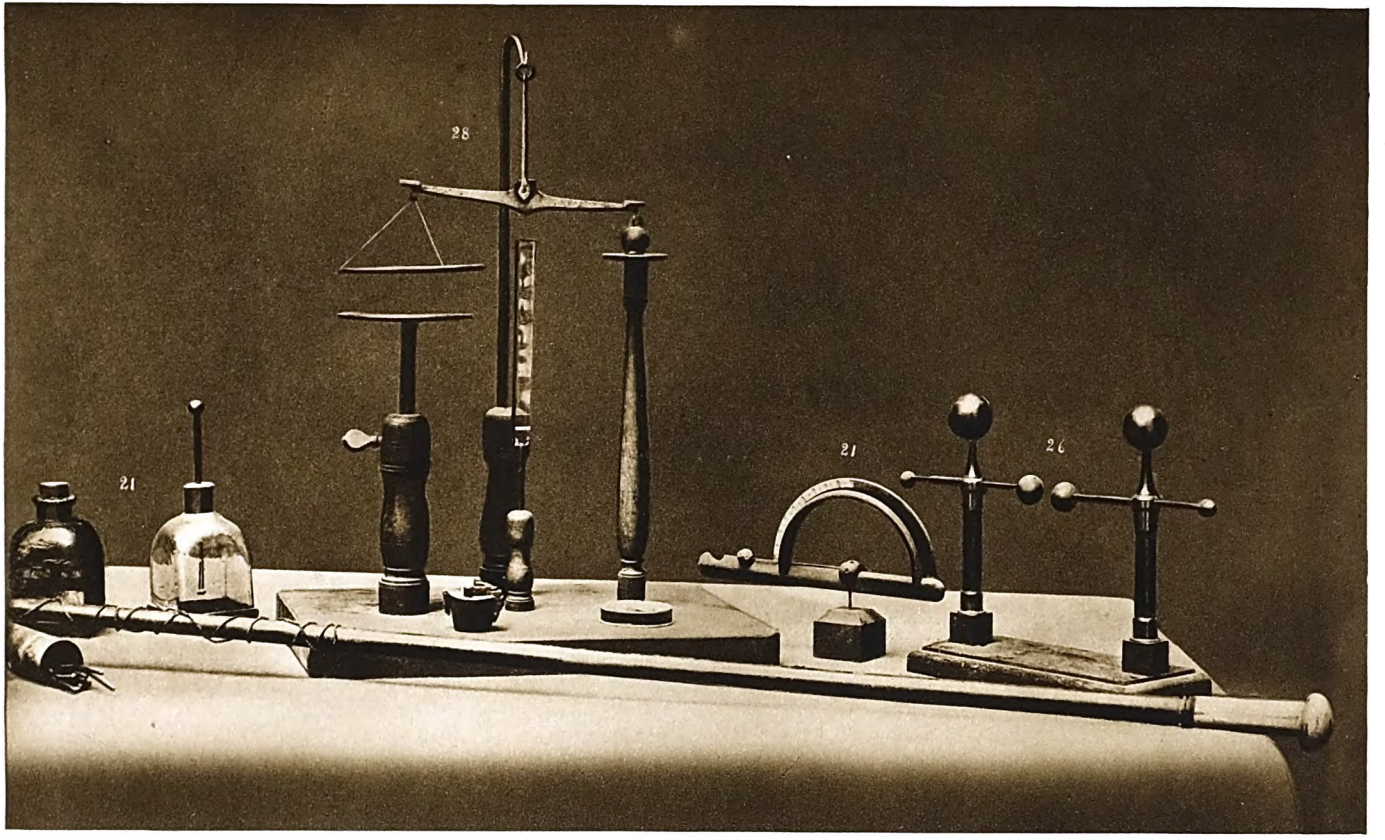
D'abord quant aux effets d'un conducteur beaucoup plus étendu que celui, que vouz avez adapté à votre Machine; je ne prétens pas que les étincelles doivent éclater à une plus grande distance, moins encore que l'Electromètre s'éleve à un plus haut dégré; au contraire comme la dispersion de l'électricité devient plus aisée je suis d'accord, que l'Electrometre s'éleve un peu moins. Mais je soutiens, que avec la même *intensité* d'électricité, même avec une intensité un peu moindre, l'étincelle qui part d'un conducteur beaucoup plus grand faira plus d'effet sur le corps qu'il frappe, et qu'il traverse, qu'il donnera une plus forte sécousse, qu'il fondra davantage une feuille mince d'or, qu'il allumera plus aisément les corps combustibles ecc. ce qu'on comprend très-bien en considerant que les effets produits par un torrent électrique doivent être non seulement en raison de la *vitesse* ou force avec laquelle le fluide est lancé, mais aussi en raison de la *quantité* de fluide, qui est lancé avec cette vitesse, quantité qui repond à la *capacité* du conducteur qu'on decharge. Et qu'est-ce qui fait produire aux bouteilles de Leyde, aux Batteries électriques de si grands effets, si ce n'est leur très-grande *capacité*? Car ce n'est pas seulement *l'intensité*, qui arrivée à un certain degré de l'Electrometre les fait éclater ou decharger spontanément, dégré de beaucoup inférieur à celui qu'atteint l'électricité du premier conducteur. Or donc on peut à force d'augmenter la grandeur d'un conducteur, le reduire à une capacité égale à celle d'une bouteille de Leyde, comme j'ai demontré dans mon Mémoire *sur la capacité des Conducteurs*; et alors ce conducteur pro-

Digitized by Google

duira par sa décharge des effets aussi grands que la bouteille de Leyde, et plus grands encore, pouvant s'électriser à un plus haut degré de l'Electromètre, que ne le peut celle-ci, vu qu'elle est sujette à éclater. Mais de quelle longueur faut-il faire un conducteur cilyndrique du diametre d'un pouce environ, pour qu'il ait une capacité égale à celle d'une bouteille d'un pied quarré de garniture? J'avois calculé dans le mémoire cité ci-dessus 800. piés, mais calculant d'après de nouvelles expériences que j'ai faites avec plus d'exactitude, je trouve qu'il faut la longueur de plus de 1000. pieds.

. . . . . .

Digitized by Google



21. Elettrometri di Henley, di Bennet e di Cavallo, resi dal Volta comparabili con sè stessi e con gli altri. — 26. Spintero-metro di cui il Volta si servì per rendere comparabili gli elettrometri e per misurare la distanza esplosiva delle scariche. — 27. Elettrometro atmosferico portatile inventato dal Volta per esplorare l'elettricità dell'aria all'aperto. — 28. Bilancia elettrica per istudiare la legge dell'azione elettrica in rapporto colle distanze.

Digitized by Google

Digitized by Google

II. - ELETTROMOZIONE

Scritti scelti:

a) PRIMA DELL'INVENZIONE DELLA PILA.

1° CICLO DELL'ELETTROMOZIONE - *da* (8) *a* (14)
2° » » - » (15) » (16)
3° » » - » (17) » (21)

b) INVENZIONE DELLA PILA. (22)

c) DOPO L'INVENZIONE DELLA PILA.

ULTIMO CICLO DELL'ELETTROMOZIONE (23) *a* (32)

Digitized by Google

Digitized by Google

(8)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. I

Da:

SOPRA L'ELETTRICITÀ ANIMALE
DEL SIGNOR ALESSANDRO VOLTA
DE' 3 APRILE (1792)
AL DOTTOR BARONIO ALTRO DE' MEDICI ASSISTENTI ALL'OSPEDALE MAGGIORE DI MILANO
(LETTERA)

NOTA.

In questa lettera il Volta aderisce alle idee di Galvani e dà relazione delle esperienze ch'egli ha compiuto in seguito a quelle di Galvani medesimo.

Digitized by Google

Digitized by Google

Milano, 3 Aprile 1792.

Volete dunque su due piedi un transunto delle sperienze da me fatte in questi otto o dieci giorni, dacchè mi ci sono applicato, sull'*Elettricità animale*, in seguito alle stupende scoperte del Signor GALVANI, delle quali sperienze un piccol saggio vi ho già fatto vedere questa sera medesima sopra alcune rane in casa del Sig. Conte ANGUISSOLA; lo volete questo transunto, e che ve lo lasci qui in Milano, prima ch'io parta domani per Como: eccovelo quale ho potuto stenderlo così in furia e in fretta.

AZIONE DELL'ELETTRICITÀ ARTIFICIALE NEL MOTO DE' MUSCOLI MEDIANTE I NERVI.

1. Una assai debole elettricità basta a scuotere, e a far entrare in convulsione una rana viva e intiera, e massime le gambe posteriori; dirigendone la scarica, cioè il corso del fluido elettrico dalla testa ai piedi, o viceversa: basta es. gr. la carica di una boccetta di Leyden che arrivi a 4. o 5. gradi dell'Elettrometro di HENLY, ossia Quadrante-elettrometro.

2. Troncata la testa alla rana, e conficcato un ago, od uncinetto metallico nella spina dorsale, basta allora una carica minore, come di 1. o 2. gradi dello stesso elettrometro, dirigendo il piccolo torrente elettrico da essa spina ai piedi, o viceversa.

3. Tagliato via tutto il corpo della rana, e ritenute le sole gambe posteriori attaccate alla spina dorsale, o a porzione di essa, per i soli nervi crurali diligentemente snudati, un'elettricità incomparabil-

Digitized by Google

mente più debole, e non sensibile al quadrante-elettrometro, ma solo ai delicatissimi elettrometri a boccetta di CAVALLO, di BENNET, e miei, anzi pure impercettibile anche con questi, produce il solito effetto, e sì delle contrazioni de' muscoli più gagliarde, convulsioni toniche, e spasmi, che presentano sovente un vero tetano.

4. Finalmente vestito di sottil foglia metallica quel tronco di spina dorsale, e (ciò che giova assai) anche una porzione de' nervi, si risentono i muscoli prodigiosamente per una elettricità affatto impercettibile anche all'elettroscopio di BENNET, il più sensibile di tutti (fatto di due listerelle di foglietta d'oro o d'argento sottilissima) si risentono per una carica della boccetta di Leyden, che arriva appena ad un decimo di grado di tal elettrometro: per accorgersi della quale, e poterla valutare fa mestieri ricorrere al mio *Condensatore* dell'elettricità.

CONSEGUENZE.

5. Tutte queste sperienze mostrano quanto mai sian facili a contrarsi i muscoli della rana (e ottenendosi presso a poco gli stessi effetti, quanto lo siano anche quelli di altri animali) per lo stimolo dell'elettricità; e quanto c'influiscano i nervi.

6. Posta la quale influenza, di cui non può dubitarsi, è facile comprendere come le diverse preparazioni della rana contribuiscano a renderla semprepiù sensibile alla debolissima elettricità: ciò addiviene in ragione che il fluido elettrico nel suo corso siegue meglio, e più raccolto la via dei nervi.

7. Così dunque nella rana intiera ripartendosi in tante strade esso fluido, quante glie ne offrono le molte e varie parti del corpo, integumenti, vasi, umori ecc., che son pure *deferenti*, tanto meno ne va per i nervi ai muscoli delle gambe; onde questi non si convellono che per un'elettricità di discreta forza.

8. Troncata la testa, e infisso l'ago nella spinal midolla, va più diritto il fluido elettrico ai muscoli delle gambe per i detti nervi, e meno se ne disvia: quindi una più debole elettricità produce l'effetto.

9. Lasciata la spina dorsale sola, o un tronco di essa coi nervi crurali ecco che non essendovi che questi, che comunichino ai muscoli delle gambe, basta una menoma elettricità, di cui nulla si disperde per altri conduttori.

Digitized by Google

10. Finalmente basta una menomissima, applicata l'armatura o veste metallica alla spina e ai nervi medesimi; perciocchè una tal veste presentando un conduttore perfettissimo a molti punti di essa spina e nervi, per sè soli non abbastanza deferenti, facilita così il corso a maggior dose di fluido elettrico.

Elettricità animale spontanea e propria de' membri anche recisi finché vi dura qualche vitalità.

11. Questa elettricità propria e nativa degli Animali, non estranea e infusa altronde, si manifesta in ispecial modo nelle rane preparate nella maniera qui sopra descritta (3. 4.); e con simile artificio d'isolare i nervi, ed armarli di foglia metallica, si discopre anche negli altri animali, non solo di sangue freddo, ma eziandio di sangue caldo: si manifesta, dico, tal elettricità animale nativa dal suscitarsi le stesse contrazioni muscolari, convulsioni e spasmodie, che si è veduto venir prodotte dall'elettricità artificiale, senza punto impiegar questa, nè debole nè forte, e con non altro che stabilire una comunicazione di *conduttori* dell'elettricità, e massime metallici, non interrotti da alcun *coibente* tra i muscoli e i nervi.

12. E in vero cotest'*arco conduttore* non possedendo nè più nè meno della sua dose naturale di fluido elettrico, non può dar nulla, nè togliere all'animale preparato o non preparato, il quale possegga del pari la dose naturale di fluido uniformemente distribuito, ossia in equilibrio tralle sue parti. Che se dunque un tal arco conduttore (fatto es. gr. di un pezzo di filo metallico piegato a forma di C), applicato quinci al muscolo, e quindi al nervo, dà moto al fluido elettrico, e occasiona le anzidette convulsioni, è pur evidente che esso fluido trovasi tra quelle parti dell'animale in qualche modo sbilanciato; e che l'arco conduttore, o *scaricatore* s'impiega a riparare tale sbilancio, com'è proprio ed unico officio. Insomma non può detto arco determinare al moto il fluido elettrico, se questo non vi tende diggià: non può che prestargli la via.

13. Per la rana preparata di fresco, e finchè sostengonsi in pieno vigore le sue forze vitali, possono entrare nel *circuito*, ossia far parte dell'*arco conduttore*, anche dei *deferenti* non perfettissimi, come un corpo d'acqua, una o più persone, e fino de' corpi riconosciuti per

Digitized by Google

molto *cattivi conduttori*, quali sono un tavolo di legno o di marmo non molto umidi, un tappeto, una parte di pavimento, di muro ecc.: solamente i veri *coibenti*, cioè vetri, resine, sete, ecc. impediscono *la scarica* e fan quindi mancare l'effetto delle convulsioni.

14. A misura che languiscono le forze dell'animale, o membri dell'animale recisi, cioè poco dopo la preparazione, cominciano i cattivi conduttori, pietre, muri, legni, panni, ec. a trattenere o ritardare talmente il libero corso del fluido elettrico proveniente da una delle due parti dell'animale (che tende a passare dai nervi ai muscoli, o da questi a quelli), che più non succedono le contrazioni muscolari; per le quali è richiesto un più pronto e rapido passaggio, una violenta incursione (violenta, dico, in proporzione) di esso fluido elettrico.

15. Appresso l'impediscono, o trattengon di troppo, e fanno per conseguenza che non succedano le convulsioni, anche i conduttori passabilmente buoni, come due o più persone, che si dian mano; poi anche una sola persona; poi l'acqua stessa; e infine le prove non riescono più che con archi conduttori intieramente di metallo lucido e mondo, e con armature metalliche ben adatte, e di qualche estensione, sopra il muscolo e sopra il nervo, ma massime sopra di questo.

Risultati generali di queste sperienze concernenti l'elettricità animale propria.

16. La rana preparata nel modo indicato (3. 4.) si comporta a certi riguardi come una *boccia di Leyden*.

17. La sua carica però, se vuol dirsi tale, è così debole, che non riesce sensibile ai più delicati elettrometri a boccetta, non arrivando a un decimo di grado, e forse neppure a 5. o 6. centesimi di grado del mio a pagliette sottili.

18. Supposta la quale carica, che importa, come è noto, *eccesso* da una parte, e corrispondente *difetto* dall'altra, dico, che dalla parte dei nervi, o nell'interno dei muscoli ove vanno a terminare, sta il *difetto*, e dalla parte più esterna del muscolo medesimo evvi l'*eccesso*.

19. La qual cosa, che non potea scoprirsi colla prova di nessun elettrometro il più squisito, per l'estrema debolezza di tal elettricità,

Digitized by Google

son giunto a scoprirla in altra maniera. Pensai, che adoperando cariche debolissime, non sarebbe stato indifferente qual parte della boccetta applicassi al nervo, e quale al muscolo, quella ov'è l'eccesso, o quella ov'è il difetto; giacchè confrontandosi così due boccie colle parti omologhe, cioè eccesso con eccesso, e difetto con difetto, s'impediscono ambe le scariche; le quali si provocano all'incontro reciprocamente, ove s'affaccino le contrarie elettricità. Or dunque, fatta molte volte la prova, ho veduto, che se la parte della boccetta, che tocca il nervo è positiva, o *in più*, basta a produr le convulsioni una scarica di 5. o 6. centesimi di grado del mio elettrometro a pagliette sottili; all'incontro, se tocca il muscolo e al nervo corrisponde la parte elettrica negativamente o *in meno*, non bastano 20. 25. 30 centesimi di grado dell'istesso elettrometro. Dunque ho conchiuso, che il nervo presenta la *negativa*, il muscolo la *positiva* elettricità.

20. Checchè ne sia della pretesa parità colla boccia di Leyden, quello che viene direttamente provato dalle mie sperienze si è, che una forza elettrica prodigiosamente piccola vale a produr l'effetto delle convulsioni, s'ella è applicata in maniera, che il fuoco elettrico si tiri dall'esteriore dei muscoli e si faccia entrare pe' nervi; e che all'incontro tirandolo da questi per portarlo all'esteriore de' primi, vi vuole a far nascere le stesse convulsioni una forza elettrica, sebben picciola ancora, quattro volte almeno maggiore di quella prima. Che però anche quando non s'impiega alcuna elettricità artificiale, ma si dà soltanto libero giuoco alla naturale dell'organo colla semplice applicazione dell'arco conduttore, se questa elettricità sua propria è, come tutto ce lo indica, debolissima, eppur eccita le convulsioni, debbe credersi che la direzione del fluido sia qui pure quella stessa, che col meno di forza produce tali effetti, cioè dal muscolo al nervo, ossia dall'esteriore all'interiore del muscolo per la via del nervo.

21. Conformemente a ciò è naturale il credere, che, se anche nell'animale vivo e intiero vengono i muscoli, segnatamente quelli diretti dalla volontà, eccitati a contrarsi, e compiono i rispettivi loro moti e funzioni col ministero pel fluido elettrico, come tutto ci porta a crederlo, è dico, naturale, che esso fluido tenga allora pure la medesima strada e direzione, cioè discenda dai nervi ai muscoli: quantunque produr possa gl'istessi effetti anche scorrendo in senso contrario, quando ciò faccia con forza molto maggiore.

Digitized by Google

Digitized by Google

(9)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. II

Dalla:

MEMORIA PRIMA
SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE
DEL SIGNOR
DON ALESSANDRO VOLTA

MEMBRO DELLA SOCIETÀ REALE DI LONDRA E DI MOLTE ALTRE ACCADEMIE
PROF. DI FISICA PARTICOLARE E SPERIMENTALE NELLA R. I. UNIVERSITÀ DI PAVIA

– Pavia, 5 Maggio 1792 –

NOTA.

Questa Memoria è divisa in due parti:

PARTE PRIMA: Scoperta del sig. Galvani e confronto di essa colle cognizioni che finora si avevano intorno alla Elettricità Animale.

PARTE SECONDA: Nuove esperienze intraprese qui da noi sull' Elettricità animale.

Si pubblica per intero la seconda parte, nella quale il Volta pur convenendo nelle idee del Galvani, ne discute alcuni particolari, e dopo aver descritto le esperienze, ch'egli ha compiuto con armature metalliche, espone le sue idee intorno alle cause che sbilanciano il fluido elettrico nel corpo degli animali.

Digitized by Google

Digitized by Google

. . . . . .

NUOVE SPERIENZE INTRAPRESE QUI DA NOI SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE.

§ 25. Una scoperta di questa fatta non poteva che eccitare grande entusiasmo dappertutto, ove ne pervenne la notizia, e massime tra noi, essendo di un nostro Italiano. Ed ecco, che molti si fecero a gara a ripetere le sperienze. Io fui il primo qui in Pavia, eccitato da varj miei Colleghi, particolarmente da CARMINATI, che cortesemente prestommi la Dissertazione di GALVANI, e da REZIA, che mi favorì dell'opera ed aiuto suo nelle preparazioni; e il primo fui anche a Milano non molti giorni dopo, cioè verso il fine di Quaresima. Debbo però confessare, che incredulo, e con non molta speranza di buon successo mi ridussi a fare le prime prove, tanto sorprendenti pareanmi i descritti fenomeni, e, se non contrarj, superiori troppo a tutto quello che dell'elettricità ci era noto, tal che mi aveano del prodigioso. Della quale incredulità mia e quasi ostinazione, non che mi vergogni, domando perdono all'Autore della scoperta, cui mi fo altrettanto maggiore premura e gloria di esaltare, ora che ho veduto e toccato con mano, quanto fui difficile a credere prima di toccare e di vedere. Infine eccomi convertito, dacchè cominciai ad essere testimonio oculare e operatore io stesso dei miracoli, e passato forse dall'incredulità al fanatismo.

§ 26. Egli è poco più di un mese, che ho messo mano a codeste sperienze, e già ne ho fatte molte, estendendole e variandole, non senza averne raccolto qualche frutto di nuove cognizioni. Mi sono però fin qui ristretto ad esperimentare quasi unicamente sulle rane, riuscendo sopra di esse, in grazia che dura più lungo tempo in tali animaletti a sangue freddo, e sì ancora ne' membri recisi, la facoltà

Digitized by Google

irritabile de' muscoli, cioè per ore intere, riuscendo dico più facili e sicure le prove, e quindi più conducenti ai fini ch'io proponeami in queste prime ricerche. Intanto desideroso io, e gli altri miei Colleghi, che si facessero delle prove pur anche sopra animali a sangue caldo, s'intrapresero queste da alcuni de' nostri bravi Studenti; e il successo confermò pienamente, per questa parte ancora la scoperta mirabile del Sig. GALVANI. Quest'ultime sperienze non sono state, ch'io sappia, per anco estese e variate molto; ma tanto solo, quanto parve bastante a verificare e comprovare ciò appunto, che gli stessi fenomeni dell'elettricità animale propria e organica han luogo, come nelle rane, testuggini, lucertole, pesci ed altri animali a sangue freddo, così pure negli animali a sangue caldo, cani, gatti, agnelli, porci ed altri sì quadrupedi, che uccelli. Non renderò dunque conto di tali sperienze altrui, nè delle poche mie, che ho fatte fino ad ora sopra un solo agnello, e sopra un piccione, aiutato la prima volta dall'eccellente Chirurgo e Anatomico di Milano D. PALLETTA, coll'assistenza pure del Dr. BARONIO e d'altri, la seconda volta favorito in casa mia dal Dr. VALLI Toscano, assieme a due o tre amici spettatori; ma di quelle solamente darò un succinto ragguaglio, che ho instituite con maggiore studio ed attenzione sulle rane, e che ho, come già dissi, variate ed estese a ricerche più particolari. Anzi pure tralasciando qui la descrizione e il racconto minuto di codeste mie sperienze, che troppo lungo sarebbe, mi restringerò a presentare in ristretto i principali risultati, massimamente quelli, che offrono, al dippiù di quanto trovasi nell'Opera del Sig. GALVANI, qualche cosa o di nuovo, o di più preciso.

§ 27. Verificate le capitali sperienze sull'elettricità vera animale, nativa e propria degli organi, in guisa di non poter più di essa dubitare, mi son rivolto a ricercarne la quantità, qualità, e modo. E prima riguardo alla quantità, o forza di elettricità, una tal ricerca mi parve quella, che dovesse andar innanzi alle altre. E che mai può farsi di buono, se le cose non si riducono a gradi e misure, in fisica particolarmente? Come si valuteranno le cause, se non si determina la qualita non solo, ma la quantità, e l'intensione degli effetti? Ora per giudicare della quantità e forza dell'elettricità propria ed innata dell'animale, cioè di quella che opera naturalmente negli organi suoi quando se ne osservano le contrazioni e moti muscolari eccitati con non altro che collo stabilire un arco conduttore massi-

Digitized by Google

mamente metallico tra i muscoli e corrispondenti nervi, per giudicar, dico, della quantità e forza dell'elettricità propria e nativa degli organi animali, credei non poter meglio fare, che cercare di ridur prima a qualche misura gli effetti dell'Elettricità artificiale sopra gli organi medesimi, e determinare il minimo di codesta elettricità richiesto a produrre in tal animaletto, vivo o morto, intiero o tronco, e in diverse maniere preparato, siccome pure ne' suoi membri recisi, delle contrazioni muscolari, de' moti e subsulti eguali a quelli, che si osservano prodotti nel medesimo dall'elettricità animale sua propria, e in certo modo spontanea.

§ 28. Ho dunque trovato, che basta in ogni caso un'elettricità molto debole a far nascere non che dei piccoli moti e convulsioni nella rana, ma de' sbattimenti gagliardi di tutti i membri, e massime delle gambe, e una poi, oltre ogni credere debolissima, per le rane preparate al modo appunto del Sig. GALVANI, che è di lasciar attaccate per i soli nervi crurali diligentemente snudati le gambe alla spina dorsale, o a parte di essa soltanto, troncato tutto il resto del corpo, e di conficcare uno spillo, od altro uncinetto metallico nel tubo stesso vertebrale, sia traforando l'osso da banda a banda, sia introducendo lo spillo tutt'al lungo nella midolla.

§ 29. Con questa preparazione un'elettricità, che non giunge a dare la minima scintilla, e che non è sensibile neppur d'un grado all'elettrometro delicatissimo di BENNET, cagiona fortissime convulsioni e sbalzi di dette gambe.

§ 30. Per il che ecco, che la rana così preparata ci presenta un'*Elettrometro animale*, che tale si può dire, più sensibile senza paragone d'ogn'altro sensibilissimo Elettrometro: giacchè non lascia di dar segni, e segni cotanto visibili, per una carica della boccia di Leyden, che non giunge a movere neppure le fogliette d'oro più sottili. Nè la rana solamente è atta a ciò, vuo' dire a fare da Elettrometro; ma lo sono egualmente, o quasi, altri animaletti convenientemente preparati, come lucertole, salamandre, topi, conforme ho provato. Che se riesce meglio di tutti la rana, si è in grazia d'essere essa di vita più tenace, e più facile a prepararsi nel modo indicato.

§ 31. Cotesta elettricità inconcepibilmente picciola, talchè non giunge a 10. e talora neppure a 5. 100.mi di grado del mio Elettrometro a pagliette, basta a produrre i suaccennati fenomeni delle convulsioni nelle gambe della rana, quando però il corso del fluido

Digitized by Google

elettrico venga diretto dai nervi ai muscoli, cioè entri per quelli, e portisi all'interna sostanza de' muscoli medesimi, che se diriggasi in senso contrario, sicchè sortendo da' nervi si porti all'esterna faccia del muscolo, non accadono que' moti se non per una forza elettrica almeno quadrupla, e talvolta sestupla ed ottupla, cioè di 20. 30., e più 100.mi di grado dell'istesso elettrometro.

§ 32. Si domanderà forse, come mai io giunga a misurare e valutare queste impercettibili elettricità, ossia cariche minime della boccia di Leyden, al di sotto cioè di un grado, anzi pure di $^1/_4$ e di $^1/_{10}$ di grado. Rispondo dunque, che eseguisco ciò facilmente coll'aiuto del mio *condensatore* dell'elettricità: istromento che ho in una Memoria particolare ampiamente descritto, e che mi ha servito in tante altre occasioni a discoprire e misurare elettricità in niun'altra maniera sensibili.

§ 33. Or facendomi a riflettere sulla maggior facilità di convellersi i muscoli, cioè per molto minor forza elettrica, se presentisi la *positiva elettricità* ai nervi, che penetrano nell'interno di quelli, e la *negativa* all'esterna faccia di essi muscoli, che se si proceda nel senso opposto, debbo dire, che ciò mi ha mostrato come l'elettricità propria dell'organo per cui si convelle mercè la semplice applicazione dell'arco conduttore, se debbe, come pare, considerarsi quale carica debolissima di una specie di boccetta di Leyden, ella è *negativa* dalla parte del nervo, ossia nell'interiore del muscolo, ov'egli s'impianta, e *positiva* nella faccia esterna; sicchè da questa a quella trascorre il fluido elettrico, ossia dal di fuori al di dentro, in tale spontanea o naturale scarica, non già dal nervo al muscolo, ossia dal di dentro di questo al di fuori, come ha opinato il Sig. GALVANI.

§ 34. Ho detto, che l'elettricità naturale, indicando uno sbilancio di fluido tra il nervo e il muscolo corrispondente, o tra l'interiore e l'esteriore di questo, ci rappresenta come una specie di boccetta di Leyden debolmente carica, e che *pare* almeno che debba considerarsi come tale. Come tale infatti l'ha considerata il Sig. GALVANI, e con esso lui noi pure al principio. Ma ora molte nuove sperienze, parte delle quali accennerò prima di finire, ci muovono a riguardar la cosa or sotto uno, or sotto un altro aspetto, tutti scostantisi più o meno dalla parità della boccia di Leyden: di alcune delle quali nuove idee darò pure tra poco un cenno, riservandomi a svilupparle, e a riformarle fors'anche in altro scritto, secondo

Digitized by Google

che ulteriori sperienze, e nuovi risultati me ne mostreranno il bisogno.

§ 35. Checchè ne sia, che si sostenga o no la parità della boccia di Leyden, verificato il fatto, come lo è per moltissime prove da me istituite a quest'oggetto, e variate in più maniere, cioè che molto minor forza elettrica sia richiesta ad eccitare le convulsioni e moti ne' muscoli, ove inducasi la corrente del fluido per la via de' nervi all'interno de' muscoli medesimi, che ove si tiri dai nervi per portarlo all'esteriore di essi muscoli, sussisterà sempre una differenza marcata nello stato elettrico del nervo relativamente al muscolo, o dell'interno di questo relativamente alla sua esterior faccia; il quale stato o disposizione, qual essa sia, fa che il nervo, o l'interiore del muscolo appetisca in certo modo, ed inviti il fluido elettrico ad entrarvi, mentre l'esteriore del muscolo medesimo tende a cacciarne fuora: con ciò solamente s'intende come cospirando ambedue le parti a provocare la scarica di un conduttore o di una boccetta, quando s'applica l'elettricità *positiva* ai nervi e la *negativa* ai muscoli, basti di una carica molto minore, che nel senso opposto, essendovi in quest'ultimo caso, anzichè invito, doppia opposizione dalla parte del nervo, che vuol piuttosto ricevere che dare, e da quella dell'esteriore del muscolo, che vuol piuttosto dare che ricevere.

§ 36. Or se col ministero del fluido elettrico operansi, anche nell'animale vivo ed intiero le contrazioni e moti volontari de' muscoli, come tutto ne porta a credere, e se, come dee pure presumersi, operansi questi nel modo più facile, si farà ciò collo spingere giù dal cerebro pe' nervi il detto fluido verso i muscoli, bastando allora una minima forza, anzichè col tirarlo in sù, sebbene possano anche in questo modo effettuarsi i medesimi moti, sol che s'impieghi maggiore forza, cioè determinisi una corrente più rapida o più copiosa di fluido elettrico. Ma di questo non più per ora.

§ 37. Passiamo invece ad altre osservazioni non meno interessanti che curiose. Il gran numero di prove che ho fatte, sopra le rane principalmente, mutilate e tagliate mentre vive, o dopo morte, e sì dopo ore e giorni, mi hanno porta l'occasione di molte osservazioni e riflessi sopra la *vitalità*, lasciatemi dir così, *elettrica* di questi e degli altri animali. Il tempo, che stringe, mi obbliga a tralasciare per adesso molte particolarità, e a ridurre la somma a ciò che credo di potere stabilire, che per quattro gradi, ossia stati ben di-

Digitized by Google

stinti si passi dalla morte apparente alla morte perfetta: i quali gradi di morte, o a meglio dire stadj, hanno ciascuno una grande estensione.

§ 38. Così è: le mie osservazioni mi hanno insegnato a distinguere quattro gradi o stadj di morte, ciascuno ben contrassegnato e molto esteso. Il primo de' quali è l'*asfissia*, o morte apparente, l'ultimo, ossia il quarto, è quella che chiamo *morte plenaria*, e confina colla putrefazione. Gli altri due stadi, cioè il secondo e il terzo, presentano per lungo tratto diversi gradi di superstite vitalità, e sì il secondo tale vitalità, che eccitansi i moti muscolari prima vivacissimi, poi man mano degradanti in forza, col solo apporre le convenienti armature metalliche, e farle comunicare, e però in vigore della propria elettricità animale ancor sussistente ne' membri anche recisi: spenta la quale elettricità propria e innata, o resa insensibile, entriamo allora nel terzo grado di morte, in cui si risentono pur anco i muscoli, e giuocano all'ordinario, eccitandoli però coll'elettricità artificiale, di cui basta ancora sul principio un grado debolissimo; indi vuol essere più e più forte, fino a che non vale a commoverli neppure la scarica fulminante di una boccia Leyden; e allora è che son morti in quarto grado.

§ 39. Mi diffonderei troppo, se volessi più particolarmente spiegare e in che si distinguano propriamente uno dall'altro questi stati, e come sia ciascuno riconoscibile, e quanto abbiavi di speranza di richiamare un animale dal secondo ed anche dal terzo in vita coi soccorsi conosciuti, o concepir se ne possa con nuovi mezzi da tentarsi; onde mi riservo ad esporre e sviluppare su tutte queste cose i miei pensamenti nelle susseguenti Memorie, che pubblicherò. Dirò qui solo, che siffatti progressi nella carriera della morte sono più lenti di quel che si pensa, e che ogni stadio distinto e marcato avendo, come accennai, una assai grande estensione di gradi, si protrae d'ordinario a lungo tempo, non però in ogni caso egualmente: nel che molte cause influir possono.

§ 40. E in primo luogo gran differenza porta la diversa natura degli Animali, massimamente rapporto all'essere di sangue caldo o di sangue freddo; giacchè negli animali di questa classe suol essere assai più tenace la vita. Appresso anche nell'istessa classe e genere di animali vi hanno delle specie dotate di maggior vitalità, che altre: e nella stessa specie poi variano ancora gli individui secondo l'età, la costituzione, le forze.

Digitized by Google

§ 41. Ma quello, che influisce più di tutto alla maggiore o minor durazione di ciascun stadio, si è il genere di morte, che vien a soffrire l'animale, cioè la causa che a perir lo conduce, e sopratutto se ve lo conduca rapidamente, o poco a poco.

§ 42. Or intorno a ciò ho fatte già molte sperienze, e molte più mi propongo di farne: ho esaminate cioè, relativamente al vigore e durevolezza di ciascun stadio della superstite vitalità, molte rane, che ho fatte morire quali di puro stento o d'inedia, quali in un bagno d'acqua più o men riscaldata, alcune sotto a gravi ferite, mutilazioni e strazi d'ogni sorta, altre con replicati colpi elettrici, ed altre infine con una scarica fulminante sola. Di tutte queste osservazioni ho preso nota in un esatto Giornale, e lo esporrò al Pubblico quando avrò estese le sperienze, come mi propongo, ad altri generi di morte in questi ed altri animali, cimentandoli singolarmente colle arie e vapori mofetici, e con diversi veleni.

§ 43. Terminerò intanto questo picciol saggio, che ho voluto oggi presentarvi dei principali risultati delle sperienze da me fatte fin qui intorno all'elettricità animale, coll'annunziare, che anche senza snudare nervi, senza taglio o ferita di sorta, posso, quando voglio, eccitare nell'animale non che vivo, ma sano ed illeso, senza alcuna azione di elettricità straniera, mettendo soltanto in giuoco la sua propria e nativa elettricità, mercè la semplice applicazione di convenienti armature, posso, dico, eccitare a mia posta nell'animale intiero e intatto quelle stesse convulsioni, spasmodie, subsulti, che si ottengono collo snudare ed isolare i nervi alla maniera del Sig. GALVANI, o con altre consimili preparazioni: anzi dippiù, giacchè s'estendono col mio metodo tali contrazioni e moti a tutte le parti dell'animale, a norma della posizione delle armature ecc.

§ 44. Per dare qui tosto un'idea di queste sperienze, legata una rana, ovver fissata con due o tre grossi spilli ad una assicella o tavolo qualunque, oppure senza offenderla fattala tenere per le gambe da un compagno, vesto una parte qualsiasi del suo corpo (il meglio è la schiena o i lombi) con un pezzo di laminetta di piombo o di stagno (ottime sono quelle fogliette nei libretti, di cui si servono gl'indoratori per inargentare a falso), e applico ad un'altra parte, alle gambe es. gr. o coscie, sia sotto, sia sopra, una chiave, una moneta d'argento, il manico di un cucchiaio, od una lastra qualunque, di tutt'altro metallo però che di stagno o piombo: finalmente fo

Digitized by Google

comunicare fra di loro queste due armature, o immediatamente avanzo quella che è mobile fino a toccare il lembo dell'altra aderente, oppure mediante un terzo metallo, es. gr. un fil d'ottone, il qual faccia officio d'arco conduttore: ed ecco la mia rana convulsa pressochè in tutte le sue membra, in quali più in quali meno però, vibrare singolarmente i muscoli delle gambe, calcitrare, saltare.

§ 45. Così poi, secondo che tali armature vengono applicate ad altre parti dell'animale, sono o i muscoli del ventre, o le zampe, o il collo e la testa, ch'entrano in convulsione, e scuotonsi di più, e la spina dorsale anch'essa avvien che s'incurvi, come presa dal più forte tetano.

§ 46. Queste nuove esperienze sugli animali intieri e intatti, forse più sorprendenti delle altre fatte fin qui con tagliarne i membri, isolar nervi ecc., e al certo più istruttive, almeno per alcuni riguardi, giacchè ci portano a penetrare in qualche modo il naturale andamento e tenore dell'elettricità animale nel corpo vivente intiero e sano, mi suggerirono in conseguenza appunto delle idee, ch'io rivolgeva nella mia testa intorno ad un lento moto, sia di circolazione, sia di semplice oscillazione, od altro (chè non voglio ancora arrischiarmi d'indovinarlo) del fluido elettrico tra muscoli e nervi, e tralle altre parti ancora del corpo solide e fluide, in ragione che tutte sono più o men buoni conduttori, nessuna però conduttore perfetto, nè comparabile in ciò ai metalli.

§ 47. Supponendo dunque il fluido elettrico in un continuo moto, qual esso sia, per tutte le parti dell'animal vivente, e de' suoi organi per anco recisi, finchè vi dura qualche vitalità: supponendo che vada per un effetto dell'organizzazione e delle forze della vita incessantemente sbilanciandosi o nella *quantità* o nella *tensione* in alcune parti relativamente ad altre, es. gr. tra nervi e muscoli, o tra l'interiore e l'esteriore di questi; e che tendendo pur incessantemente in virtù della sua propria elasticità a ricomporsi in equilibrio, scorra per tante altre parti deferenti, membrane, vasi, umori, come può e quanto può, cioè quanto la non perfetta deferenza di tali parti gliel permette; io concepiva mantenersi la quiete dell'animale, vuo' dire il riposo de' muscoli non destinati ad agir sempre, fintantochè non si turbi il naturale armonico tenore nell'anzidetto moto del fluido elettrico, non se ne inverta cioè il corso, non s'acceleri straordinariamente, o concorra troppa copia di esso fluido in questa o

Digitized by Google

quella parte del suo corpo: il che se avvenga, que' tali muscoli si convelleranno, ove faccia il nostro fluido elettrico tale irruzione od impeto straordinario.

§ 48. Or due generi di cause, io dicea, potran portare questo turbamento e sconcerto nell'armonica circolazione, ondeggiamento, o moto qual esso sia, del fluido elettrico entro agli organi dell'animale: cioè cause interne, e cause esterne.

§ 49. Le interne riduconsi:

1° all'azione della volontà, che accresca, o diminuisca, o arresti, o inverta il corso del fluido verso quelle tali determinate parti, ossia muscoli che intende di eccitare al moto.

2° A delle cause accidentali morbose, che alterino in più o in meno la facoltà conduttrice in queste od in quelle parti, rendendo es. gr. certune più o meno penetrate di umori, di quello che debbono essere, e gli umori stessi più o meno densi, più o meno salini, più o meno oleosi ecc., per cui cambiano molto di conducibilità, onde il fluido elettrico sia determinato a scorrere più dell'ordinario abbondante e rapido per alcuni di tali conduttori, in ragione che da altri viene impedito ecc.

§ 50. Le cause esterne sono parimenti due:

1°. L'azione dell'elettricità artificiale, che scaricandosi determini una corrente di fluido elettrico fuori del naturale in tale o tal altra parte dell'animale. E a ciò si riferiscono tutte le sperienze di eccitare le convulsioni colle scintille o scariche elettriche artificiali.

2° L'applicazione di due armature metalliche di qualche estensione, e separate, che poi si facciano insieme comunicare, ch'è quello di cui ora trattiamo.

§ 51. Proseguendo dunque a dire delle mie idee, io concepiva facilmente, che una tale applicazione delle armature e dell'arco, doveva accelerare non poco, e determinare molto maggiore accorrimento e trasporto di fluido elettrico dall'una all'altra parte del corpo vivente così armato; perocchè se colla tendenza che ha detto fluido di passare o trasferirsi dall'una, all'altra parte, il suo moto nello stato naturale è nulladimeno lento, e tale che non giugne a commuovere i muscoli inservienti a' moti volontari, gli è perchè e questa tendenza nata da sbilancio non è per sè stessa grande, ma anzi picciola molto, e altronde dee il fluido tragittare quelli non abbastanza perfetti conduttori interposti, quali sono le sostanze ani-

Digitized by Google

mali medesime, muscoli, nervi, membrane, umori, nessuna delle quali è comparabile, come già si è detto, ai conduttori metallici. Questi pertanto vi vogliono, cioè le convenienti armature, a dar libero e rapido sfogo ad una sufficiente copia di fluido elettrico, tantochè si convellano i muscoli, cui questa corrente invade e stimola. Così è: tutto l'artifizio consiste nel dar luogo ad un più copioso e istantaneo trascorrimento del fluido elettrico, che tende già per sè stesso a passare dall'una all'altra parte dell'animale, e vi passa naturalmente anche senza tal aiuto, ma adagio e scompartitamente, per tutte le interne parti deferenti: il quale istantaneo trasporto s'effettua appunto mediante i tanto migliori conduttori metallici applicati esteriormente, e distesi sopra esse parti per una piuttosto grande estensione, almeno da una banda, e mediante l'arco conduttore, per cui vengono ambe le armature a comunicare; il quale arco debbe essere anch'esso tutto metallico.

Che se una parte di lui non lo sia, ancorchè picciola, se interpongasi, non che un cattivo conduttore, ma fino l'acqua, non facciam più nulla; e la ragione è chiara: l'acqua è ben lungi d'essere un così eccellente conduttore, come i metalli; essa non lo è per avventura più delle stesse parti animali succose, e forse meno di alcune: dunque non vale a trasportare nè maggior copia di fluido elettrico, nè con maggior impeto da una ad altra parte dell'animale, cioè dai siti ove son poste le armature, di quel che facciano altre parti interne dell'animale, membrane, vasi, umori ecc., che sono i suoi naturali conduttori. Vi vuole pertanto un arco metallico, non interrotto neppure dall'acqua, per operare un tale impetuoso trasporto di fluido elettrico, che occasioni le convulsioni di cui si tratta. Ed ecco come anche queste osservazioni intorno all'arco conduttore non tutto metallico, che nel presente caso non serve, tendono a confermare le mie idee sul naturale sbilancio e moto del fluido elettrico tralle parti dell'animale.

§ 52. Egli è come dicea, in seguito a tali idee, che ho fatto questi nuovi sperimenti sopra animali vivi ed intieri, e coll'esito già annunziato. Ne ho fatti non solamente sopra le rane, ma sopra anguille, ed altri pesci, sopra lucertole, salamandre, serpi; e, quel ch'è più, sopra piccioli animali a sangue caldo, cioè topi, ed uccelli: a' quali però, per riuscir bene, ho dovuto levar in parte la pelle. Or non dubito di riuscire anche ne' grandi animali, ne' quali tanto più sorprendente sarà l'esperienza, quanto più s'accostano alla struttura, se non esterna, interna dell'uomo.

Digitized by Google

(10)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. II

Dalle:

AGGIUNTE ALLA MEMORIA PRIMA SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE

TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

NOTA.

In queste Aggiunte è pubblicato un manoscritto nel quale sono espressi i primi dubbii del Volta intorno al comportamento passivo delle laminette metalliche applicate sul corpo degli animali, ed è presentata l'ipotesi, che tali laminette siano esse stesse causa di sbilancio elettrico nei punti di contatto col corpo dell'animale.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tutto questo è coerente alle idee, che abbiamo dell'influenza de' nervi, ed è facile ad intendersi. Quello, che non lo è, e di cui non ho potuto ancora trovare una ragione, che mi soddisfi neppur mezzanamente, si è la necessità delle *armature dissimili*. E perchè mai, se giova tanto, che una delle armature sia perfetta, cioè benissimo aderente, e come agglutinata, non giova, anzi nuoce che lo sia anche l'altra; e tanto nuoce, che niuno o quasi niun effetto ha più luogo allora, cioè non si eccitano più le convulsioni con far comunicare tra loro tali perfette armature? E come mai può concepirsi, che riesca meglio all'uopo un 'imperfetta, se d'altro non si tratta, che di raddurre il fluido elettrico da una ad altra parte dell'animale? Che debbano giuocar male essendo ambedue imperfette, s'intende; ma che lo facciano egualmente male, e peggio ancora, ove ambedue siano perfette, cioè sì l'una che l'altra di foglietta metallica sottile e aderente, questo è che fa strabiliare, e che si ha pena a credere. Ma si creda, o non si creda, il fatto è così, almeno negli animali intieri, o soltanto scorticati (chè altrimenti preparandoli in guisa, che resti il nervo snudato, e in certo modo isolato, come pratica il Sig. GALVANI, allora qualunque sia l'armatura metallica, che si adatti e ad esso nervo, e al muscolo, ed anche, finchè son molto in vigore le forze vitali, tralasciando ogni armatura, col solo contatto dell'arco conduttore, si eccitano le convulsioni, come si è già notato): il fatto, dico, è così quando rimangono coperti i nervi; cioè è tale e tanta l'influenza di queste armature simili o dissimili, che piuttosto si otterranno gli effetti, i soliti moti e convulsioni, applicando quelle a parti simili dell'animale, cioè ambedue a' muscoli, e sì a muscoli compagni, es. gr. al gastrocnemio dell'una e dell'altra gamba, e finanche a due parti dell'istesso muscolo, purchè sian esse armature dissimili; piuttosto che applicandole simili a parti dell'animale dissimili, come sarebbe una sopra la spina dorsale, l'altra sopra i muscoli delle gambe, che son pure i siti migliori, attesa la corrispondenza tra' nervi e muscoli, come sopra vedemmo.

Digitized by Google

Or riflettendo a tutto questo mi nasce talvolta dubbio, se veramente i conduttori metallici, diversi, od applicati in differente maniera a due luoghi dell'animale altro non facciano dal canto loro, allorchè si viene a stabilire tra essi una comunicazione, che prestar la via al fluido elettrico, che naturalmente tende a trasportarsi dall'uno all'altro luogo, come pare che si debba credere; se in una parola siano meramente passivi, o non anzi agenti positivi, che movano cioè di lor posta il fluido elettrico dell'animale, e da quieto che era ed equilibrato, lo determinino, rompendo essi tal equilibrio, ad entrar quinci per una armatura di tal foggia, ed a sortire per l'altra di tal altra foggia. Un tal sospetto non posso a meno di formarlo allorchè vedo nascer le convulsioni e convulsioni forti nelle gambe della rana facendo, mediante un filo conduttore, comunicare la foglietta di stagno con cui ho vestito parte di una coscia, colla moneta d'argento posata sull'altra coscia al luogo corrispondente. Qui non v'è ragione, per cui il fluido elettrico tenda a portarsi da questa a quella coscia, o da quella a questa: infatti non si vede che siegua nulla, se ambedue le armature siano simili, cioè o due monete, o due fogliette. Se dunque succedono le convulsioni, e si ha indizio quindi di una corrente di fluido elettrico, ossia trasporto da una coscia all'altra, qualora sia applicata a questa la foglietta, a quella la moneta, par che si debba inferirne che tutto sia giuoco di esse armature, che le medesime in quanto differiscono nella maniera del combaciamento più o men esatto, per esser più aspre o più liscie, più o men pieghevoli ecc., faccian nascere lo sbilancio del fluido elettrico ne' luoghi del loro contatto, che in somma vi succeda quello stesso in minimo grado, ma pur succeda, che avviene per lo sfregamento che è il mezzo onde eccitasi l'elettricità artificiale, e dove appunto si osserva, che diversi metalli, ed anche l'istesso metallo, sfregando l'istesso corpo, or danno a questo del lor fluido, or ne prendono, secondo che varia lo sfregamento medesimo per maggiore o minor pressione, per più o men calore, per maggiore o minor pieghevolezza, asprezza, o levigamento della lamina metallica. Intorno a che se si rifletta dippiù, come non è necessario neppure uno sfregamento propriamente detto, bastando qualunque percossa, urto, ed anche una qualsiasi picciola pressione, nelle circostanze favorevoli.....

.....

Digitized by Google

(11)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **III**

Dalla:

MEMORIA SECONDA
SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE

– 14 Maggio 1792 –

NOTA.

Di questa Memoria si pubblicano le parti più importanti.

Nella prima di queste sono descritte esperienze compiute con una bottiglia di Leida e con armature metalliche dissimili, applicate alle varie parti del corpo di una rana convenientemente preparata, dalle quali esperienze emerge come il fluido elettrico agisca sui nervi e non sui muscoli; indi sono esposti i risultati di esperienze sui nervi del gusto, compiute con armature metalliche di natura diversa.

Nell'ultima parte il Volta studia la direzione della corrente di fluido elettrico posta in moto dalle armature metalliche, nelle esperienze eseguite sulla lingua.

Digitized by Google

Digitized by Google

. . . . . .

§ 43. Tagliatala dunque in modo, che le gambe restino attaccate per i soli nervi crurali a un pezzo della spina, bastano allora a convellerla, nè tanto debolmente, 2 soli gradi, o 3 al più *Micr. el.*, e non già delle boccie di Leyden; ma del semplice Conduttore (§25). Che se poi adoprisi la boccetta di 12 pollici di armatura, basta la carica di 1 grado solo dello stesso *Micr. el.* a convellere fortemente le gambe, ed eccitare scosse ecc.; ed anche molto meno, cioè 15 o 16 50^{mi} di grado, calcolati col *Condensatore a guanto*, e che dinoto 16 *gr. Micr. Cond.* (§24).

§ 44. Tanto di elettricità basta se diriggasi la scarica, ossia la corrente di fluido elettrico dalla midolla spinale, cioè dai nervi alle gambe, o da queste a quella. Ma v'è di più: se la direzione sia dalla spina alle gambe, han luogo le convulsioni per una forza elettrica 4, 6, 8 volte minore ancora, cioè di 2, o 3 gradi *Micr. Cond.* adoperandosi la boccetta; e 2 in 3 del semplice *Micr. el.* se non si adopera carica di boccetta, ma il solo conduttore (§ 25).

§ 45. Quali conseguenze dedur si possano da questa osservazione, confermata ormai da mille sperimenti da me fatti colla maggiore accuratezza, cioè della molto minor forza elettrica richiesta ad eccitare le convulsioni, dando al fluido tal direzione, l'ho indicato già in uno scrittarello al Dr. BARONIO, e nel Discorso o Memoria precedente a questa; e nulla sopra un tal punto stimo ora opportuno di soggiungere.

§ 46. Tornerem piuttosto a ciò, che merita pure gran considerazione, ed è, come una forza elettrica inconcepibilmente picciola, una carica di boccetta di Leyden 40 o 50 volte più tenue di quella, che al contatto di un metallo può dare una minutissima scintilla visibile appena al buio, e 20 volte a dir poco minore di quella, che

Digitized by Google

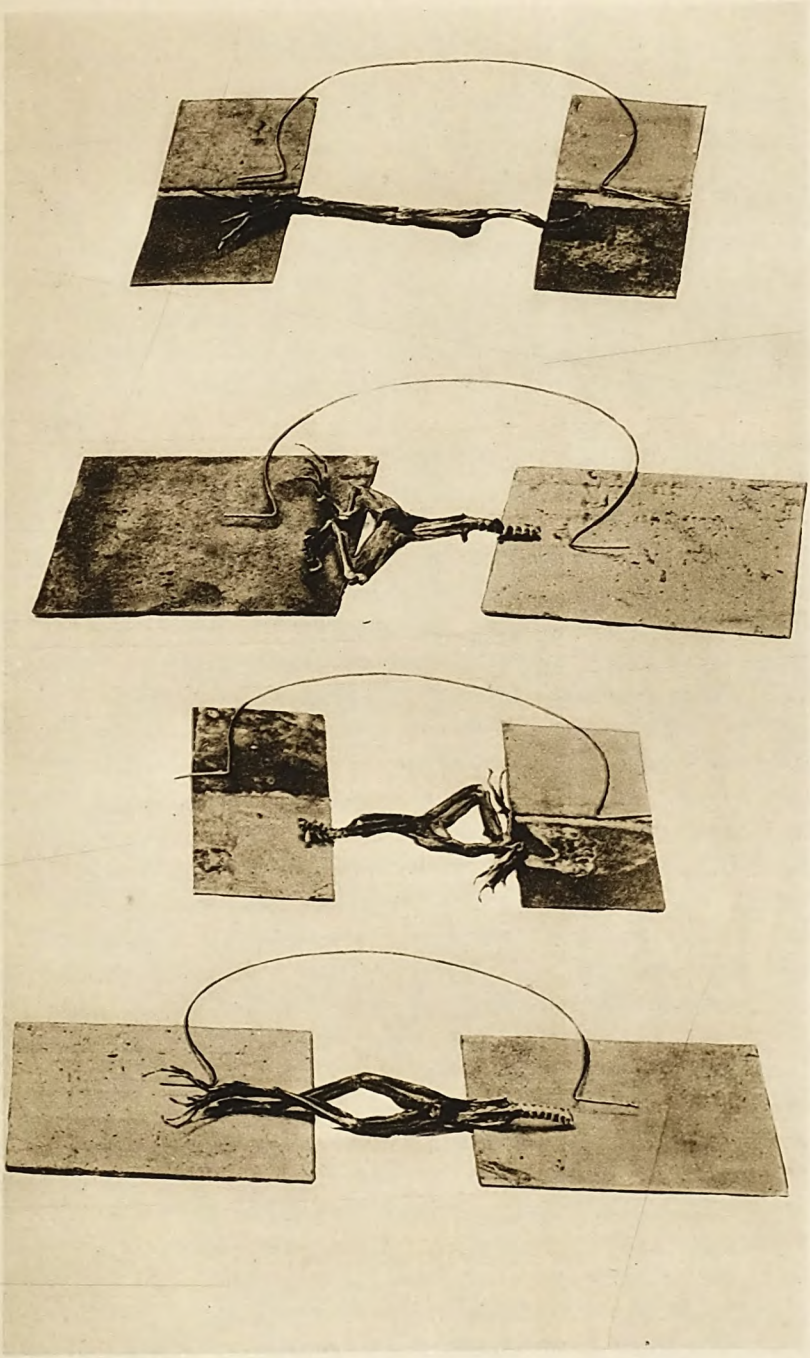
fa marcare un sol grado al mio Elettrometro già molto sensibile a fili di paglia sottilissimi; carica così esile, che non move punto neppure il sommamente delicato Elettroscopio di BENNET a listerelle di foglia d'oro sottilissima, basta a convellere le gambe della rana preparata nel modo indicato.

§ 47. Egli è così, che codesto *Elettrometro animale*, che può veramente dirsi tale, vince tutti gli altri Elettrometri, sian quanto si voglian sensibili e delicati, nel dar indizio delle cariche estremamente deboli; giàcchè dove parrebbe esser nulla la carica di una boccia, anche cimentandola col sopraddetto Elettroscopio di BENNET (e solo potremmo averne dei segni col Condensatore) comparirà qualche cosa nella contrazione e scuotimento, che essa produrrà nella rana preparata.

§ 48. Che se può far tanto negli organi dell'animale l'elettricità artificiale debole a tal segno da eludere ogni Elettrometro, non v'è più difficoltà a concepire, che lo stesso far possa, produrre cioè le contrazioni e moti muscolari, un'elettricità propria e innata degli organi egualmente fiacca, vuò dire di sì debole tensione, che non giunge a movere il più delicato de' detti Elettrometri.

§ 49. E invero un'elettricità, uno sbilancio di fluido elettrico tralle parti dell'animale, di un tal polso, che valesse a movere i nostri Elettrometri, non potrebbe in alcun modo sussistere ; stante la qualità conduttrice delle fibre medesime, de' vasi e umori di esso animale. Però la natura ha provveduto di tale e tanta sensibilità i nervi, di tale e tanta irritabilità i muscoli, che una forza elettrica per tutt'altra maniera impercettibile basti ad eccitare le dette contrazioni e moti muscolari. Un simile fenomeno, che può servir d'esempio, lo abbiamo nella luce, la quale avvegnachè non abbia un momento meccanico bastevole a produrre la minima impulsione sensibile, a movere es. gr. una piuma od altro corpo leggerissimo da lei investito, pur eccita vivamente il nervo ottico, fino ad offenderlo per troppo gagliarda sensazione, e sì lo eccita non debolmente anche una luce debole e rara. Or dunque non fia meraviglia, che una picciola e debol corrente di quest'altro fluido etereo, sottilissimo, analogo si può dire, alla luce, qual è il fluido elettrico, investendo altri nervi, forse del pari delicati, o poco meno, dirò meglio del pari sensibili relativamente a lui, li stimoli ed ecciti, che da questo eccitamento de' nervi ne provengano poi le contrazioni e moti de' muscoli da quelli dipendenti.

Digitized by Google



Lamine simili e dissimili, e coppie di lamine simili e dissimili, per dimostrare le contrazioni violente o deboli, o l'inerzia della rana preparata e posta in contatto con esse, mentre un filo metallico compie il circuito elettrico.

Digitized by Google

Digitized by Google

§ 50. Ma che? Sarà dunque sopra i nervi, e non sopra i muscoli, che il fluido elettrico agisce *immediatamente*; e la sua azione verrà limitata ad eccitar quella solamente, allorchè movesi e trapassa per questo o quel membro dell'animale con forza affatto insensibile ai più squisiti elettrometri? Così appunto mi conducono a credere molte nuove sperienze che ho fatte, e che verrò tra poco esponendo, cioè che il *primario effetto* del fluido elettrico così mosso consista nel mettere in giuoco l'*azion nervosa*; conseguenza della quale, anzi veri e propri effetti della medesima sian poi i moti de' *muscoli volontarj*.

§ 51. Con ciò andiamo d'accordo coi migliori Fisiologi, che questi ed altri moti, ma singolarmente i spontanei fan dipendere immediatamente dall'azione od influenza de' nervi. Ma arrestandoci qui, un poco sembra che abbiam guadagnato col nostro fluido elettrico, con questa nostra Elettricità animale; o se non poco, certo non tanto quanto ci promettevano le prime sperienze. Abbiamo scoperto, è vero, in esso fluido, messo in moto per opera dell'organizzazione medesima, un agente immediato, l'eccitatore proprio della sensibilità de' nervi; e questo è già molto: ma non basta; avremmo voluto andare più innanzi, e ci pareva d'esserci giunti; di essere cioè già certi, che il fluido elettrico medesimo movesse egli i muscoli, ossia colla sua propria virtù stimolante, onde le contrazioni e moti loro. Che però dovendosi ora ridurre ad attribuirgli soltanto l'azione su' nervi, quanto mai restiamo addietro dal segno, a cui ci credevamo pervenuti? Intendiamo e spieghiamo in qualche modo quella primaria eccitazione de' nervi, o a meglio dire, sappiamo onde viene; ma come poi essa desti e metta in giuoco la forza muscolare resta ancora un problema com'era prima.

§ 52. Torno a dire, noi ci lusingavamo pure di aver sciolto un tal problema, o portata almeno una gran luce sopra una questione tanto ancora oscura per i Fisiologi: giacchè mentre questi eran costretti ad arrestarsi a cotale non ben intesa azione od influenza de' nervi nel moto muscolare, cioè non giungevano a spiegare per qual meccanismo, o per mezzo di che si comunichi da un capo lontano di nuovo leggermente stimolato l'azione al nervo tutto fino ai suoi ultimi rami, e come passando quindi ai muscoli ne ecciti le sì valide loro contrazioni; ci lusingavamo di giungere noi a ciò spiegare col nostro fluido elettrico trascorrente da' nervi ad essi muscoli, ed irri-

Digitized by Google

tante i medesimi sul luogo. Già gl'istessi Fisiologi, ancorchè considerassero comunemente l'*irritabilità* qual forza propria e innata de' muscoli, pur ricorrevano ad un agente intermedio, o veicolo qual si fosse, per mezzo di cui tramandar si potesse e compiersi l'azione dei nervi sopra essi muscoli. E qui si abbandonavano alle ipotesi; chi mettendo soltanto in azione le parti solide del nervo, e concependo delle vibrazioni e tremori, che si propagassero da un capo all'altro; chi supponendo (e questi furono, e sono anche oggi la maggior parte) un certo qual fluido sottile, a cui dan nome di *Spiriti animali*, e assegnandogli il doppio officio di portare per la via de' nervi al Sensorio comune le impressioni degli oggetti esterni, e di scorrere a' cenni della volontà pei nervi ai muscoli, ed eccitarvi i moti. Or ecco il passo più grande, che già ci credevamo di aver fatto dietro la scoperta dell'Elettricità animale, e seguendo le idee del Sig. GALVANI Autore di questa grande scoperta, ci credevamo giunti a comprendere per qual mezzo appunto, e come esercitisi l'impero de' nervi su' muscoli, o qual fosse almeno cotal fluido nerveo, che volea insignirsi col nome di *Spiriti animali*. Quest'era il fluido elettrico; e la funzion sua principale immaginammo che fosse, scorrendo da' nervi suoi particolari conduttori a' muscoli, di agire immediatamente su questi, qual proprio e naturale stimolante de' medesimi. Come bene si spiegava in questo modo la cosa? Ma le spiegazioni più plausibili e seducenti, e quelle ancora, che sembran conformi alle prime generali apparenze, sono rare volte confermate da un esame più rigoroso e seguito de' particolari fenomeni; e quando al presentarsi di una bella scoperta ci sembra di poter andare molto innanzi estendendola a grandi e magnifiche cose, siam sovente obbligati a dar addietro, ed a rinunciare a gran parte dei disegni concepiti. Così è accaduto nel caso presente: esaminata meglio la cosa, variando le sperienze e tentandone di nuove, ho dovuto accorgermi alla fine, che assai più limitato di quel che supponea GALVANI, ed io con lui, egli è il giuoco del fluido elettrico negli organi animali, terminandosi la sua azione immediata nei nervi, come sopra si è detto (§ 50).

§ 53. Non voglio già negare, che possa agire anche su questi immediatamente, ed irritandoli per se stesso eccitarne le contrazioni e moti. Un'elettricità forte, una scintilla viva e pungente, che colpisca il muscolo, può e dee far questo, come ogn'altro stimolo.

Digitized by Google

Ma qui si tratta di elettricità debolissima, qual è l'elettricità animale, impercettibile ai più delicati elettrometri; e questa è, che non valendo ad irritare immediatamente i muscoli, i soli nervi affetta sensibilmente; i quali poi portano la loro azione sopra i primi (§ cit.), in qual modo non sappiamo ancora.

§ 54. S'ella è così non sarà dunque neppur necessario che esso fluido elettrico faccia incursione ne' muscoli medesimi, che hanno da convellersi; bastando che si limiti il suo trascorso ad una parte del nervo o nervi, da cui vengon retti e dominati que' tali muscoli. Ora molte sperienze mi han dimostrato che ciò appunto basta. Ne addurrò qui alcune solamente delle più dimostrative.

§ 55. Preparata una gamba di una grossa rana in guisa che il nervo crurale bene snudato e reciso, dalla spina dorsale, avanzi fuori dalla coscia quanto è lungo, ne copro all'estremità con una laminetta metallica piegatavi intorno, oppur lo serro con pinzette; e lo stesso fo ad un altro pezzo dell'istesso nervo poco sotto, cioè lo fascio con altra listerella di lamina metallica a forma d'anello, o lo stringo con altre pinzette, lasciando una o due linee d'intervallo tra l'una e l'altra di tali armature; cosicchè al disotto della inferiore rimane ancora una porzione di nervo nudo, come nuda rimane quella picciola parte framezzo. Ciò fatto scarico una boccetta di Leyden debolissimamente carica, cioè o non scintillante, o appena, sopra le due armature poste al nervo, in modo che la sola porzione di esso compresa tra quelle si truovi nel *circuito* della carica: ed ecco, che tutti i muscoli della gamba si convellono fortemente, ed essa si slancia e salta; quantunque, come manifestamente appare, la corrente di fluido elettrico siasi ristretta al nervo solamente, anzi ad una picciola sua parte, e i muscoli e la gamba tutta sian rimasti intieramente fuori. Non è dunque necessario che detta corrente giunga fino ai muscoli, che il fluido elettrico stimolante li invada: basta che solletichi e stimoli i nervi, da cui tali muscoli suscettibili di moto volontario immediatamente dipendono.

§ 56. Simile sperienza ho ripetuta molte volte anche sopra animali a sangue caldo, ne' quali, e più facilmente e più insigni si ottengono i descritti effetti. Scoperto e liberato da tutte le sue aderenze intorno, il grosso nervo *ischiatico* ad un Agnello, e troncatolo due o tre pollici sopra la sua inserzione ne' muscoli della coscia, vi applico due listerelle circolari di foglia o laminetta metallica,

Digitized by Google

una vicino all'estremità troncata, l'altra alcune linee od un pollice sotto; oppure lo stringo con pinzette ne' due indicati luoghi, e se mi piace anche vicinissime le une alle altre, sol che non si tocchino. Così preparato il nervo, e tenendolo con un filo di seta od altro, sollevato dal contatto delle parti vicine, fo passare per quella picciola porzione di lui, ch'è interposta alle due armature metalliche, una debole scarica elettrica; la quale, come si vede, non che giugnere ai muscoli della gamba, non s'estende neppure all'altra porzione del nervo, che riman nuda tra la inferior armatura e l'inserzione di esso nervo nella coscia: eppure non lascia la gamba di convellersi, e sbattersi tutta quanta, egualmente che se si scaricasse la boccetta di Leyden applicandone un'armatura alla gamba medesima, e l'altra al nervo.

§ 57. Queste sperienze, come dicea, ho io replicate e variate in più modi coll'istesso evento, ed ho avuto occasione di notare che, le altre cose pari, soglion riuscire più forti le convulsioni nell'arto reciso dal tronco, che lasciando intiero il corpo, e preparando il nervo al suo luogo: ciò almeno quando il nervo, che si prepara è l'*ischiatico* ne' quadrupedi, il nervo crurale o il brachiale nelle rane.

§ 58. Quello che or mostrato abbiamo succedere impiegando cariche elettriche artificiali, nelle quali prove ancorchè si limiti il fluido ad agire su alcuni punti solamente, e dentro un picciolo tratto del nervo, pur ne nascono le contrazioni e moti de' muscoli comunque lontani, ad esso nervo obbedienti: quello stesso avviene anche per le scariche o trasporti di fluido elettrico non prodotti da alcuna previa carica artificiale, ma che procedono da parte a parte dell'animale mercè la semplice applicazione delle convenienti armature, ed arco conduttore; cioè avviene, che portata l'azione su' nervi soli, anzi sopra una picciola porzione di tronco nerveo, vi rispondano i moti de' muscoli a que' nervi soggetti, ancorchè la vera e propria corrente elettrica non giunga punto ad essi muscoli. Scopransi, e si isolino i nervi crurali di una rana, l'ischiatico di un Agnello ecc., e come sopra (§ 55, 56) applichinsi a due parti più o men vicine dell'istesso nervo le due armature metalliche, l'una di foglia di stagno, l'altra d'ottone, o meglio d'argento (vedremo tra poco quanto importi, che siano di diversi metalli); indi si facciano comunicare, o per mezzo di un terzo metallo qualunque, od anche senza di questo con avanzare l'una contro l'altra finchè si tocchino: all'istante

Digitized by Google

si ecciteranno le convulsioni e sbattimenti di tutto il membro, che pur non è tocco, e a cui nulla si può concepire che giunga del fluido elettrico smosso soltanto da parte a parte, e sì da una ad altra parte vicina del nervo.

§ 59. Non si concepisce troppo neppure come si smova detto fluido elettrico da un luogo all'altro così vicino dell'istesso nervo, per la sola applicazione di quelle armature, e comunicazione esterna delle medesime, e perchè richiedansi tali armature *dissimili*; ma questo è un fatto che provasi con esperienze dirette, e intorno a cui ci tratterremo altrove di proposito.

§ 60. Diciam qui intanto, che non fa ne anche bisogno di due armature messe appostatamente al nervo, potendo bastare una sola, es. gr. di laminetta di stagno; purchè vengasi questa a toccare in sul confine con un capo dell'arco conduttore, es. gr. con un filo d'ottone o con altro metallo diverso da quello di essa armatura, come una moneta d'oro o d'argento, un cucchiajo ecc. vengasi, dico, a toccare sul confine, in guisa cioè che tal metallo, od arco conduttore tocchi a un tempo il lembo, ossia parte dell'armatura, e alcuni punti del nervo nudo; il che poi viene ad essere un equivalente delle due armature dissimili già dette (§ preced.), e prossime l'una all'altra. Il Sig. GALVANI ha pur notata questa circostanza dell'eccitarsi più facilmente le convulsioni se tocchisi col filo metallico il lembo dell'armatura, e insieme alcuni punti della parte nuda; ma ne ha recata tutt'altra ragione. Quella però, che noi diamo qui riportando tutto al giuoco non anco ben inteso delle *armature dissimili*, ma stabilito, quanto al fatto, con ogni genere di prove, è la sola coerente a tante altre sperienze di questo genere, come meglio mostrerassi in seguito: con essa una folla di fenomeni ed eventi, che sembrano capricciosi, tante apparenti anomalie rientrano nell'ordine; cioè riduconsi facilmente a certe leggi.

§ 61. Ritornando alla somma facilità, onde eccitansi vivamente i nervi, e i nervi soli, per qualsiasi picciola corrente di fluido elettrico, che li invada, intendiamo ora meglio perchè preparata la rana al modo del Sig. GALVANI, cioè lasciata la sola comunicazione tra le gambe e la spina dorsale dei nervi crurali diligentemente snudati, si risenta ella cotanto, e le dette gambe si convellano per un'elettricità prodigiosamente debole, sia artificiale, sia propria animale: per una carica di Leyden es. gr. che arriva appena a 2 o 3 50^{mi} di

Digitized by Google

grado del mio elettrometro a paglie sottili (§ 44): laddove lasciandola intiera si contraggono appena gl'istessi muscoli delle gambe per una carica 50 volte più grande, cioè di 2 o 3 gradi del detto elettrometro (§ 38). Per quello è dei muscoli di esse gambe, son pur questi investiti egualmente dalla corrente di fluido elettrico, che passa fino all'estremità dei piedi, egualmente dico, tanto se la rana sia intiera, quanto se sia preparata nella suddetta guisa: e che importa, infatti che esse gambe tengano alla spina del dorso per i soli nervi crurali? Tutta la corrente qual ella è non passa infine per detti muscoli? Anzi è credibile, che vi passi più rapidamente allorchè l'animale è intiero, di quando lasciati i soli nervi crurali di comunicazione tra la spina e le gambe, il tragitto si dee fare per questi soli angusti canali, i quali non essendo perfetti deferenti, non possono che ritardarlo. Ma per ciò appunto, che passa ristretto, e con qualche difficoltà il fluido elettrico ne' soli filetti nervosi, e fa urto contro di essi, perciò è, che tanto più vivamente li stimola di quello farebbe, se soli quelli non si trovassero a dargli passaggio, se non si fossero tolti via tanti altri deferenti, muscoli, membrane, vasi, umori, se in breve lasciati si fossero e lombi e ventre alla rana con tutti i suoi visceri e integumenti; nel qual caso scorrendo il fluido elettrico per tante strade, e molto minore quindi essendo la porzione di esso, che investirebbe i nervi crurali involti tra tante altre parti, molto meno verrebbero essi stimolati, nè già più sensibilmente, se non per una forza elettrica proporzionalmente maggiore.

§ 62. Anche questo dunque ci conduce a credere, che sopra i nervi si eserciti *primariamente* l'azione stimolante del fluido elettrico, che trascorrendo gl'investe: effetto *secondario* del quale eccitamento de' nervi sia il moto de' muscoli, che ne dipendono (§ 50). Ad appoggiare la qual sentenza, diversa da quella del Sig. GALVANI, che noi pure adottata avevamo da principio, e che riguarda piuttosto il fluido elettrico come lo stimolante proprio de' muscoli, l'eccitatore immediato della loro irritabilità; oltre le già recate prove, molti altri argomenti concorrono tratti da nuove sperienze e scoperte da noi fatte in questi giorni, di cui non è ancora qui luogo di parlare.

§ 63. Mi si obbjetteranno forse quelle altre mie sperienze già annunciate verso il fine della memoria precedente (Mem. I, § 43 segg.), con cui, senza mettere a nudo i nervi, senza portar via gl'integumenti, senza talvolta neppure tagliar la pelle, eccito nell'a-

Digitized by Google

nimale intiero e intatto, col solo applicargli le convenienti armature metalliche, e stabilire tra queste una comunicazione mediata od immediata, delle convulsioni e scosse in tutte le sue membra. Qui pare che sian piuttosto i muscoli, che i nervi quelli su cui agisca direttamente il fluido elettrico, che si trasporta dall'uno all'altro luogo: massime poi osservandosi che riesce assai meglio l'esperienza, cioè le convulsioni e moti muscolari succedono molto più forti, ove le armature siano applicate ai più forti muscoli, e questi siansi snudati per applicarvele immediatamente.

§ 64. Ma forsechè non vi sono ramificazioni nervose in ciascuno di quei muscoli? Forsechè sfuggir possono la puntura, dirò così, elettrica? Io ho bene mostrato qui sopra (§ 55 segg.), che un pezzò di nudo nervo, senza fibra muscolare, venendo attraversato, e quindi stimolato da una picciola corrente elettrica, eccita le convulsioni e moti del membro a cui comanda, senza che ai muscoli di questo giunga tal corrente; ma sfido chiunque a provarmi, che allorchè una simile corrente di fluido elettrico pervade un muscolo, od anche solo una parte di esso, non ferisca alcuno dei filetti nervosi, che vi sono sparsi. Che se dimostrare ciò non si può, riman salva ed inconcussa la mia proposizione, che i nervi sian quelli che vengono eccitati da detto fluido elettrico trascorrente.

§ 65. Ma v'è di più: mentre voi che mi obiettate cotali sperienze, e state per l'azione immediata di esso fluido sopra le fibre muscolari, non potete ridur la cosa al punto, che ferendo egli queste sole, e nascendone la contrazione sia evidente e sensibile cotal sua azione immediata, onde resterà sempre almeno dubbio se una debole corrente elettrica, qual'è quella di cui si tratta, sia da tanto, io sì, che con esperienze dirette, di cui mi riservo a parlare sull'ultimo, vi renderò sensibile e manifesta, sensibile agli organi vostri medesimi (eh! diciamolo pur qui di passaggio) sensibile alla lingua, epperò ai nervi, giacchè di questi è il sentire, non solo la corrente di fluido elettrico, che sgorga in forma di pennoncello, e produce il noto venticello fresco sulla punta de' conduttori elettrizzati, ma ben anche quell'altra corrente invisibile dell'istesso fluido, a cui si dà luogo colla sola applicazione delle convenienti armature metalliche, che poi si fanno tra loro comunicare. Con non altro artifizio che questo di applicare alla punta della lingua una lamina di stagno o di piombo, lucida e netta, e posare sul mezzo della lingua medesima una mo-

Digitized by Google

neta d'oro o d'argento, una spatola d'argento od un cucchiajo, e far quindi toccare il manico di questo cucchiaio o spatola, oppure la moneta alla lamina di stagno o piombo, contro cui preme la punta della vostra lingua, con non altra operazione, dico, che questa, gusterete l'istesso sapore acidetto, che vi si fa sentire sulla lingua quando l'opponete al tenue fiocco e venticello di un conduttore elettrizzato artificialmente a tale distanza che non iscocchino scintille. Anche qui dunque il trascorrimento del fluido elettrico occasionato da parte a parte della lingua, mercè la semplice applicazione di due metalli, e indotta comunicazione de' medesimi, eccita l'istessa istessissima sensazione, l'istesso sapor acido, nè già debole, ma anzi vivo; e niuna contrazione, niun altro moto in essa lingua pur cotanto mobile ed irritabile: il che è ben bastante a provare, che le papille nervose, non le fibre muscolari della medesima, son quelle che vengono immediatamente affette nell'un caso o nell'altro dal fluido elettrico, che penetrando le vellica e stimola dolcemente.

§ 66. Così è: in tali prove non sono i *nervi del moto*, che di tali non ve n'ha sulla punta, e in tutta la parte anteriore della lingua, ma i *nervi del senso*, che vengono stuzzicati dal fluido elettrico; e però nasce nella lingua la sensazione di sapore, non nascono le convulsioni e moti, di cui pure è suscettibile essa lingua, ma per l'azione di altri nervi, che s'impiantano nella sua radice. Ad eccitar dunque cotali moti e contrazioni delle fibre muscolari della lingua, ho tosto pensato che conveniva portare l'azione elettrica sopra quella parte; e fatta in conseguenza la prova di strappare l'intiera lingua ad un agnello, ed armarne uno de' principali nervi della radice, oppur anche solamente la prossima carne viva, e d'applicare un'altra armatura verso il mezzo della lingua medesima, riunitele poi ambedue col mezzo di un arco conduttore, ottenni le aspettate convulsioni.

§ 67. Si fa dunque manifesto, che quale è il nervo stimolato, quale la sua natural funzione, tale è l'effetto, che corrispondentemente ne siegue, di sensazione cioè, e di moto, allorchè quella virtù nervea è messa in esercizio dal fluido elettrico che fa incursione; e che quindi il giuoco de' muscoli, le contrazioni ecc., sono un effetto immediato di quest'azion nervosa, non già del fluido elettrico, come ci siam argomentati di provare dal § 50 fin qui, e tutto il seguito delle nostre sperienze andrà maggiormente confermando. Che se fossero i muscoli disposti a risentirsi a dirittura, se quel picciolissimo

Digitized by Google

trascorrimento di fluido elettrico, di cui si tratta, potesse irritarli immediatamente, perchè non avrebbero a convellersi tutti quei muscoli, che godono dell'irritabilità, e sono suscettibili di convellimento e di moto, stuzzicandoli tale debole corrente di fluido elettrico, perchè, dico, non avrebbero a convellersi anche dove non son presenti nervi, o que' tali nervi, che la Natura ha destinati per il moto? Ma no: quella debolissima corrente, di cui si tratta (giacchè non abbiamo ora in vista le scariche forti artificiali, atte a produr scintille ecc., le quali come si è già accennato (§ 53) potrebbero benissimo convellere i muscoli anche senza l'intermedio de' nervi), basta ad eccitare la sensibilità de' nervi, e a metterne in giuoco l'azione; non basta di per sè sola ad eccitare l'irritabilità de' muscoli sì che si contraggono.

. . . . . .

Ediz. Naz. - VOL. I - *Pag. 73.*

. . . . . .

§ 95. Un'altra cosa non men degna di riflessione è, che facendosi inversamente la prova, cioè applicando alla punta della lingua la lamina d'argento, e più indietro la carta inargentata, o a dir più tosto stagnata, si sente su detta punta un altro sapore che non è già acido, ma piuttosto alcalino, acre cioè tirante all'amaro; il quale, sebbene più piccante e rabbioso quando si sente, non si arriva però a sentirlo se non sono le circostanze le più favorevoli, cioè se non si contrappongono appunto argento e stagno, e quest'ultimo ben lucido. Così adoperando la carta stagnata, riesce o non riesce di sentire questo sapore, secondo che incontrasi quella di buona o d'inferior qualità (§ 93). Egli è pertanto assai più facile di sentire il sapor acido nella prima maniera, che questo sapore acre ed urente in quest'altra; ed è ben quello più decisamente acido, che questo alcalino: per tale invero non ardirei caratterizzarlo. Qualunque però sia, è assai diverso dal primo: e ciò basta ad aprirci grandi viste.

§ 96. Il fluido elettrico dunque messo in moto per la sola applicazione delle armature metalliche, affetta diversamente i nervi,

Digitized by Google

produce sensazioni affatto diverse, se entri o sorta per tali nervi dei sensi. Or entra egli o sorte quando produce sulla punta della lingua il sapor acido? Io m'induco più volentieri a credere che allora entri; e che quando sorte da essa punta vi cagioni l'altro sapore, che tira all'alcalino; ma non posso ancor dare la cosa per accertata. Spingendo poi le congetture più avanti, se il fluido elettrico smosso per un modo o per l'altro produce per sè solo sapori diversi, non potrebbe esser egli la causa immediata d'ogni sapore? Non potrebbe esserlo delle sensazioni tutte degli altri sensi? Ma non abbandoniamoci ancora a queste idee troppo vaghe: estendiamo piuttosto le sperienze, e fermiamoci alle conseguenze ed applicazioni immediate delle medesime. Questa è la marcia, che ho tenuta fin qui; e che terrò, ripigliando il filo nelle seguenti Memorie.

Digitized by Google

(12)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **VII**

Dalla:

RISPOSTA ALLE DOMANDE
DELL'ABATE TOMMASELLI

– Estate 1792 –

NOTA.

In questa lettera, che si pubblica in parte, il Volta espone il principio del contatto in forma generale, restringendone però la applicazione col collocare la sede della forza elettromotrice nel contatto fra metalli e corpi umidi.

In tal modo l'azione dell'Elettricità animale era limitata solo al caso in cui si ottenevano contrazioni coll'uso di armature monometalliche.

Digitized by Google

Digitized by Google

Queste poche osservazioni credo che potranno soddisfare alle domande del Sig. Ab. TOMMASELLI, e a più altre riguardo all'azione dell'elettricità artificiale diversamente applicata tanto alla rana intiera, quanto a' suoi membri recisi, e in varie maniere preparati, come pure ad altri animali. Nulla egli mi chiede riguardo all'elettricità propria animale intorno a cui molte cose ho pure scoperte. Ho ottenuto molti nuovi fenomeni, tali però che estendendo apparentemente gli effetti di siffatta elettricità animale, ne ristringono assai l'influenza, e distruggono in gran parte le spiegazioni del Dr. GALVANI, e mostrano qualmente i moti muscolari, che si eccitano coll'artificio delle armature metalliche sono d'ordinario effetti di un'elettricità appunto artificiale estrinseca: non sempre però, come si potrebbe essere tentato di credere; giacchè ho pur dimostrato, chiamando a rigoroso esame tutte le prove, che anche per sola forza organica viene squilibrato e mosso il fluido elettrico tra nervi e muscoli, o tra l'interno ed esterno di questi; onde sussiste ferma e stabile la grande scoperta di GALVANI di una vera e propria *elettricità animale*, comunque debbasi a più pochi fenomeni limitare, e tutte quasi le sue supposizioni e spiegazioni date, cadano a terra.

Quando per es. è necessario per ottenere le contrazioni e moti, di cui si tratta, toccare il muscolo con un metallo, e con un altro metallo diverso il nervo, o applicarvi armature appunto diverse, mentre con armature eguali non si ottiene l'effetto, non v'è certamente argomento di credere, che ivi agisca alcuna elettricità naturale organica, che esista in quelle parti alcun reale sbilancio, il qual dia mossa al fluido elettrico; e piuttosto dee dirsi, che se accade un trasporto di esso colla semplice applicazione di due metalli di diversa qualità, essi sono che lo tolgono dall'ozioso equilibrio, in cui si truova,

Digitized by Google

che lo smuovono da' luoghi cui sono applicati, e trasportanlo dall'una all'altra parte. Ciò si comprova viemaggiormente dalle mie sperienze, con cui ottengo le istesse contrazioni e moti, applicando dette *armature dissimili* anche a parti similari dell'animale, cioè a soli muscoli, senza snudare nervi, nè altro: applichinsi puranche a due muscoli dell'istesso nome, e. g. ai *glutei* dell'una e dell'altra coscia; la rana salta tosto che con un arco conduttore fo comunicare tra loro queste due armature di diverso metallo, massime se sia l'una di foglia di stagno, l'altra di lamina d'argento. Che più? La facoltà che hanno due armature metalliche di diversa qualità di smuovere il fluido elettrico, una, e. g. l'argento, attraendolo e succhiandolo in certo modo, l'altra, e. g. lo stagno, versandolo, e di metterlo così in un perenne giro, quando e finchè abbiavi tra esse una comunicazione parimenti metallica o di altri buoni deferenti, ed anche nelle parti cui stanno applicate esse armature e nelle intermedie possa con sufficiente libertà trascorrere detto fluido, una tale facoltà, e azione propria delle armature metalliche dissimili son giunto a dimostrarla con altre dirette sperienze, applicando esse armature anche a corpi non animali, a un panno bagnato ecc.

Son dunque i metalli non solo Conduttori perfetti, ma *motori* dell'elettricità; non solo prestano la via facilissima al passaggio del fluido elettrico, che trovandosi già sbilanciato tende a portarsi dal luogo in cui sovrabbonda a quello che rispettivamente ne scarseggia; ma van producendo essi stessi e promovendo un tal quale sbilancio con estrarre di cotesto fluido od introdurne, dove pur trovasi in giusta dose ripartito; e ciò col solo stare applicati a qualsiasi altro conduttore; non altrimenti che avviene collo stropicciamento degli idioelettrici: e siccome tal metallo prevale sopra tal altro nel tirare il fluido, o nel rilasciarlo; così avviene che due armature di diverso metallo, applicate come si è detto, se comunichino fra loro, lo mettano in un perpetuo giro; singolarmente incontrandosi una d'argento, l'altra di stagno, che sono, come ho trovato, i più disposti, il primo ad attrarre, l'altro a deporre detto fluido elettrico. Ella è questa una nuova virtù de' metalli, da nessuno ancora sospettata, che le mie sperienze mi hanno condotto ad iscoprire. Nè però io penso, che sia essa propria soltanto de' metalli; ma bene di tutti i conduttori; e tengo debba stabilirsi per legge generale, che il semplice contatto o combaciamento di conduttori di diversa superficie,

Digitized by Google

e di qualità sopratutto diversa basta a turbare in qualche modo l'equilibrio del fluido elettrico, e a smuoverlo, senza cioè che siavi bisogno di stropicciamento alcuno; il quale stropicciamento, siccome pure il percuotere, ed anche il solo premere, non per altro riescono tanto più efficaci, che perchè dàn luogo a miglior combaciamento della superficie, adducendo un più gran numero di punti a un più perfetto contatto.

Ma lasciando le spiegazioni, e considerando il puro fatto del trasporto di fluido elettrico dall'una all'altra parte dell'animale occasionato da due armature di diverso metallo applicatevi, torno a dire, che quando siffatta circostanza è necessaria, cioè che siano appunto tali armature diverse perchè eccitinsi le convulsioni e moti, di maniera che ove siano quelle eguali questi moti più non succedono, non può dirsi a ragione che ivi giuochi alcuna vera elettricità animale; potendosi e dovendosi quegli effetti attribuire propriamente ad elettricità artificiale eccitata di presente col nuovo indicato mezzo.

Ma, in caso diverso, cioè quando snudato ed isolato il nervo alla maniera del sig. GALVANI si tocca sì questo, che il muscolo da cui sporge con due capi del medesimo metallo, oppure armati essendo tanto il muscolo quanto il nervo coll'istesso metallo e nella stessa stessissima foggia, si eccitano nulla di meno le convulsioni. Oh! allora sì che possiamo con sicurezza asserire esser causa di cotai fenomeni una vera e propria elettricità animale. E in vero d'onde mai può venire la mossa del fluido elettrico, non essendovi ragione per cui venga in virtù delle armature affatto simili, se non procede originariamente dalle parti organiche medesime, cui stanno queste applicate, in grazia di trovarsi esso fluido sbilanciato tra coteste parti, cioè tra nervo e muscolo, o tra l'interno e l'esterno del muscolo, in cui penetra e si dirama esso nervo? Un tale stato però di naturale elettricità dura poco dopo la morte dell'animale, e la sua dissezione; e quindi cessa in pochi minuti di convellersi la rana tentata così: laddove tentata nell'altra maniera, cioè coll'artificio delle armature dissimili, continua l'animaletto a sgambettare per ore ed ore; e sì anche applicandole amendue all'esterna faccia de' muscoli, senza snudare alcun nervo.

Altre prove ho pure dell'indicato naturale sbilancio di fluido elettrico negli organi, ossia della sua tendenza a portarsi da una ad

Digitized by Google

altra parte; le quali mi indicano altresì in qual direzione tenda, cioè dal nervo all'interiore del muscolo: ma non ho qui luogo e tempo per estendermi intorno a ciò; come neanche intorno ad altre mie scoperte contenute in due Memorie sull'Elettricità animale già pubblicate nel Giornale Fisico-Medico del Dr. BRUGNATELLI, Maggio, Giugno e Luglio, e in altre che sto preparando. Siccome il sig. Ab. TOMMASELLI non è forse a portata di tosto procurarsi questi tometti, stimo fargli cosa non discara inviandogli un foglietto inserito dal Giornalista nel primo di essi, in cui si dà un breve cenno di tali mie scoperte.

Digitized by Google

(13)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **VIII** (*B*)

Dalle:

Due Lettere a MARTINO VAN MARUM

Lettera Seconda

– Como, 11 Ottobre 1792 –

Nota.

In questa lettera il Volta enuncia il principio del contatto; espone le sue idee sul potere dell'anima a smuovere il fluido elettrico nei nervi, e dopo aver date notizie delle esperienze che egli ha compiuto sulla lingua, descrive disposizioni realizzanti un primitivo elemento voltiano nella sua duplice forma.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA SECONDA.

Monsieur,

Une autre course que j'ai faite dernierement a retardé de quelques sémaines la continuation de l'extrait de mes expériences sur l'électricité animale. Ne me rappellant pas précisement où j'en suis resté, je reprens la chose un peu en arriere: c'est un leger inconvenient qu'un peu plus de tems et de papier perdu; et je paye ainsi ma faute d'attention.

Venons aux expériences que j'ai faites sur ma langue.

.....

Que si elle soit trop peu abondante, comme lorsqu'au lieu de lames d'argent et d'étain on employe pour armures cuivre et fer ou d'autres metaux qui ne soient pas bien assortis pour cet effet, la saveur excitée sur le bout de la langue ne sera pas plus vive que celle qu'on sent en tenant appliqué ce même bout au conducteur d'une Machine ordinaire qui joue mediocrement et pourra même être ou nulle ou peu sensible, surtout la saveur alcaline, beaucoup plus difficile à être aperçue.

C'est donc bien veritablement le fluide électrique, qui produit les sensations sur la langue, lors même qu'on se passe de toute électricité artificielle et de Machine, losqu'on ne fait qu'appliquer à cette même langue les deux armures métalliques d'étain et d'argent, et établir une communication entr'elles, la cause, dis-je, est la même, le même mouvement du fluide électrique, puisque les sensations sont les mêmes en tout point que celles qu'y produisent les courants électriques excités par la Machine ordinaire, n'y ayant que quelque différence accidentelle du plus ou moins, et on doit conclure, que c'est egalement une quantité considerable de fluide, qui s'écoule tout à fait doucement et continuellement d'une partie à l'autre.

Digitized by Google

Auroit-on cru, que la simple application de métaux différents pût occasionner un tel deplacement, une telle circulation de fluide électrique? Et comment est-ce que cela se fait? J'en dirai un mot ici après. Qu'on fasse reflexion en attendant à ce que je viens d'indiquer par le terme *métaux différents*, c'est là tout le secret.

Effectivement deux métaux de la même espece ne produisent point les sensations dont il s'agit, au moins d'une manière sensible; ainsi point de saveur sur la langue, point de convulsions dans aucun des muscles, si on y applique des armures de même metal, et d'une trempe et d'une surface égale. Au contraire je puis affirmer, qu'ayant essayé presque toutes les combinaisons de métaux différents, presque toutes ont produit plus ou moins d'effet (et quelque fois aussi deux métaux de la même espece ayant seulement quelque différence dans l'alliage, la trempe, la dureté, la rudesse ou politure des surfaces). Il y en a pourtant qui l'ont produit à peine sensible, comme celles d'or et d'argent, de cuivre et de fer, d'étain et de plomb. En general je crois pouvoir partager à cet égard les métaux en trois ordres, haut, moyen, et inférieur, en assignant au premier l'argent, l'or, la platine, le mercure; au second le cuivre et plusieurs de ses alliages, le fer et quelques demi-métaux; au dernier le zinc, le plomb, l'étain. Or l'effet est le plus grand, c-à-d. les contractions des muscles plus violentes, et la saveur de la langue plus forte, lorsqu'on employe pour armures un du premier ordre, l'autre du troisième, surtout argent et étain; et au contraire le plus petit lorqu'on oppose deux métaux du même ordre, comme or et argent, étain et plomb, cuivre et fer, enfin on a un effet mediocre si on combine un métal de l'ordre moyen avec un autre soit de l'ordre inférieur, soit du supérieur; quoique dans ce dernier cas, p. e. avec cuivre ou fer d'un coté, et argent ou or de l'autre, l'effet est encore moins que mediocre: ce qui prouve, que les métaux que j'ai rangé dans le moyen ordre, le fer, le cuivre ec. s'approchent beaucoup plus du supérieur que de l'inférieur.

J'avoue qu'il est difficile de comprendre par quelle cause deux métaux de différente espece appliqués à deux parties externes de l'animal, même à deux muscles semblables, ou à deux endroits d'un seul et même muscle, troublent le repos du fluide électrique et le déterminent à passer sans cesse d'un terme à l'autre. Cela ne peut arriver que d'une de ces manières: ou qu'un des métaux tend à don-

Digitized by Google

ner du fluide électrique, tandis que l'autre tend à en prendre aux parties qui leurs sont en contact; ou que tous les deux tendent à en soutirer, mais avec des forces respectivement inégales; ou enfin qu'ils tendent avec des forces inégales à en déposer dans les parties respectives, ce que je suis plus porté à croire. Par chacune de ces manières on conçoit très bien qu'il doit se faire un transport de fluide électrique d'une partie à l'autre, toutes les fois que les métaux qui touchent ces parties communiquent entr'eux, et comment il doit s'établir un courant continuel et d'une certaine rapidité si le corps auquel sont appliqués ces métaux étant lui même un bon conducteur (comme le sont dans notre cas les nerfs et les chairs vivantes imbibés d'humeurs, la langue ec.) le fluide électrique peut aisément repasser d'une partie à mesure qu'il s'y accumule, à l'autre qui s'épuise. Mais comprendra-t-on d'où vienne cette tendance des métaux, cette force de soutirer ou de donner du fluide électrique à d'autres corps conducteurs, dans le temps que chacun en possede sa dose naturelle, et qu'il s'y trouve en équilibre, tendance d'ailleurs différente dans les différents métaux, comme nous devons la supposer? D'où vient donc que cet équilibre est troublé par le seul contact, sans le moindre frottement? Je dis sans le moindre frottement; et c'est là ce qui doit surprendre: car l'efficacité de ce moyen pour rompre un tel équilibre, et de faire passer le fluide électrique d'un corps à un autre, est une chose depuis longtemps connue. C'est-à-dire le fait est connu, mais nullement la cause, laquelle meritoit bien d'être étudiée plus qu'on n'a fait jusqu'ici. Mais c'est justement parce que le fait est trop commun, qu'on ne s'est pas beaucoup soucié d'en approfondir la cause.

Nous ne connaissons donc que l'effet, c-à-d. l'addition ou entassement de fluide électrique sur une des surfaces frottantes aux depens de l'autre (en quoi consiste l'électrisation des corps par frottement) et plusieurs circonstances qui modifient cet effet: entre autres qu'il depend surtout de la nature et qualité du corps employé à frotter tel ou tel autre corps, que celui-ci donne ou reçoive par l'acte du frottement du fluide électrique. Cela depend aussi des surfaces rudes ou polies, de la quantité relative de frottement, de chaleur, et d'autres circonstances, qui toutes peuvent faire changer les effets du blanc au noir; de sorte qu'il n'y a rien de si difficile quelquesfois, que de prévoir lequel des deux corps qui se frottent

Digitized by Google

deviendra électrisé en plus, lequel en moins: mais il est toujours vrai en général, que plus que ces circonstances accidentelles la nature même et la qualité de ces corps influe à déterminer la chose. Or, pour nous rapprocher de notre cas, les experiences avoient déjà appris aux Physiciens, que les métaux mêmes diffèrent beaucoup entr'eux à cet égard; les uns étant plus disposés à donner que les autres, de sorte qu'un ruban de soye, une plaque de resine, un bois seché au four, un papier ec., qui frottés par une lame d'or ou d'argent s'électrisent en *plus*, frottés par une lame d'étain ou de plomb s'électrisent en *moins*.

Cette différente disposition des métaux une fois établie, il est moins difficile de comprendre que, même sans frottement, une semblable rupture d'équilibre et accumulation du fluide électrique dans l'un corps aux depens de l'autre puisse avoir lieu, savoir par le simple contact et application des dits métaux à des conducteurs imparfaits; d'autant plus qu'on peut censer, que le frottement lui-même ne détermine un tel transport de fluide, qu'en tant qu'il procure un contact plus exact et plus multiplié des particules d'un corps avec celles de l'autre: on peut, dis-je censer, que ce qui arrive au fluide électrique ne soit qu'en vertu du contact des surfaces, par quelque changement que ce contact apporte aux forces mutuelles d'attraction entre les particules et le fluide, ou à l'élasticité de celui-ci ec. Ce qui est sûr est, qu'il n'y a pas besoin d'un frottement proprement dit; qu'une percussion ou pression quelconque suffit: en effet j'étois déjà parvenu, il y a quelques années, à électriser sensiblement des plaques de verre et de resine parfaitement nettes et seches, en les posant le plus doucement possible sur un bain de mercure, ou sur des coussinets recouverts de feuilles métalliques aussi seches et nettes, et en les détachant avec la même legereté. Eh bien: les expériences d'aujourd'hui m'apprennent, qu'il n'est pas même besoin de pression sensible pour que les lames métalliques appliquées aux muscles, aux nerfs, ec. déterminent un semblable transport de fluide électrique, mais qu'il suffit de cette seule application, et que tant que cette application dure le fluide continue d'être poussé comme il le seroit par un frottement continué. Et qu'on ne croye pas, que cela ait lieu seulement lorsque ces deux métaux sont mis et restent en contact des substances animales, puisque mes ultérieures expériences, qu'il seroit trop long de rapporter ici, m'ont

Digitized by Google

appris qu'il en est de même si on les met en contact d'autres déférents, e. g. de l'eau, d'un carton mouillé ec.

On peut donc conclure que le contact seul des métaux avec des corps conducteurs suffisamment bons, quoique inférieurs de beaucoup à eux, avec des corps nommés *non-électriques* opère sur ceux-ci ce qu'on croyoit ne pouvoir opérer que le frottement ou la percussion sur les non-conducteurs ou idioélectriques; et je crois au surplus, que justement pour de tels non-conducteurs, dans lesquels le fluide a beaucoup de peine à entrer de même qu'à sortir, le frottement est requis, comme moyen plus efficace, tandis qu'il ne l'est pas du tout pour les conducteurs suffisamment bons, où le fluide électrique pouvant se mouvoir avec beaucoup plus de facilité, la présence seule, le seul contact des métaux jouissant d'une force propre de lâcher le fluide électrique ou de l'attirer, suffit à produire l'effet, que rien ici n'empeche. Voila une découverte importante, d'autant plus qu'elle tend, si non à rendre une raison plus satisfaisante de la rupture d'équilibre et du transport du fluide électrique occasionné par le frottement lui-même, à generaliser un tel effet et à rectifier nos idées là-dessus.

Mais supposé que le simple contact soit dans les circonstances décrites équivalent jusqu'à un certain point au frottement, comme nous venons de l'expliquer, il se présente une autre difficulté très forte et qui semble renverser toute analogie: c'est que lorsqu'il s'agit de frottement l'or et l'argent sont plus disposés à donner du fluide électrique au corps frotté par eux, que l'étain et le plomb; tandis qu'ici où l'on se contente d'appliquer des lames de ces mêmes métaux aux substances animales, aux corps imbibés d'eau ec. c'est tout le contraire (comme il est prouvé par mes expériences sur la langue que j'ai décrites), puisque le fluide électrique coule de l'étain ou du plomb dans les points qu'ils touchent et passant tout de suite aux parties en contact de l'argent ou de l'or entre dans ceux-ci. À cela je ne sçais en vérité que répondre, si non, que comme la quantité du frottement change souvent les choses, et fait que, tout d'ailleurs égal tel corps qui donneroit par une plus foible pression en frottant, reçoive par une plus forte, ou vice versa, une contrarieté semblable a lieu entre un frottement ou pression quelconque des susdits métaux, et leur simple contact sans aucune pression ou frottement.

Digitized by Google

Laissant les explications, qui nous conduiroient trop loin, tenons nous au fait. Le fluide électrique coule donc spontanément, dans les expériences qui nous occupent, de la lame d'étain ou de plomb aux parties de l'animal que cette lame touche, penetre dans ces parties jusqu'à une certaine profondeur, et s'avance vers celles qui se trouvent en contact de la lame d'argent ou d'or, passe dans cette autre lame, qui le transmet, supposé qu'il y ait bonne communication, à la lame d'étain, qui le dépose de nouveau doucement; c'est ainsi qu'il s'établit une circulation continuelle tant que les communications subsistent. Or si le courant de fluide électrique, qui penetre, comme je viens de dire, à une certaine profondeur dans les fibres animales, profondeur qui n'est pas grande, et assez seulement pour qu'il puisse se frayer un chemin plus libre d'une partie armée à l'autre, si, dis-je ce courant rencontre sur son passage des nerfs, voila qu'il les irrite (comme nous avons appris qu'il a eminemment cette puissance) et ces nerfs alors irrités excitent ou les sensations, ou les mouvements musculaires, suivant leur employ.

Je dis sensations ou mouvements musculaires suivant l'employ ou fonction propre des nerfs; car mes expériences sur la langue m'apprennent qu'un muscle paraîtra susceptible de toutes les contractions et mouvements volontaires, et même très-mobile, et le fluide électrique peut en le penetrant stimuler des nerfs très sensibles qu'il recele, sans pourtant y occasionner aucun mouvement si par hazard l'office de ces nerfs est tout autre, si ce sont des nerfs destinés uniquement aux sensations: Or tels sont ceux dont se trouve parsemée la langue surtout vers sa pointe. Voila pourquoi le seul effet, qu'y produit la vellication causée par le trajet du fluide électrique, est une sensation de saveur, et il n'arrive point de convulsion. Conformément à cette idée je pensai que les nerfs inservients aux mouvements volontaires de la langue se trouvant implantés à sa racine, si l'on l'arracheroit à un animal, et qu'on y appliquât une des armures métalliques à cette même racine, ou près de l'insertion des dits nerfs on obtiendroit les mouvements vifs, dont la langue est susceptible, et l'expérience me réussit selon que j'avois prévu. Comme cette expérience est une des plus belles et des plus instructives, je vais la décrire un peu particulierement.

Ayant coupé à un agneau tout recemment égorgé la langue près de sa racine, j'appliquai une feuille d'étain près de cet endroit,

Digitized by Google

et une cuiller d'argent à une de ses faces: ayant alors établi une communication, comme il faut, entre ces deux armures métalliques, j'eus le plaisir de voir la langue entiere tremousser vivement, elever surtout sa pointe se tourner et se replier de part et d'autre par secousses, et cela chaque fois que je faisois communiquer les deux armures. J'ai repeté cette expérience sur une langue de veau, que je posai armée de la même manière de la feuille d'étain sur un plat d'argent pour qu'il fît l'office de l'autre armure et le succès fût égal. Je l'ai repetée aussi sur la langue d'autres petits animaux, comme souris, poulets, lapins; et j'obtins presque toujours l'effet. Je dis presque, car quelquesfois il m'a manqué dans la langue des petits animaux, soit que la feuille d'étain ne fût pas appliquée convenablement, et à l'endroit juste, où les nerfs qui regissent les mouvements de la langue y ont leur insertion, soit que la langue refroidie eût deja perdu sa vitalité, qui ne dure gueres long-tems dans les muscles des animaux a sang chaud, et particulièrement dans la langue.

Il y a donc une distinction bien marquée entre les *nerfs* qu'on peut appeller *nerfs de mouvement* et les *nerfs des sensations*; et les expériences que je viens de rapporter sur la langue montrent evidemment que quels sont les nerfs que le fluide électrique mis en mouvement par le contact de deux différents métaux parvient à irriter, quel est leur propre office, tels sont les effets qui en resultent, savoir le mouvement et la sensation. D'où l'on doit conclure par conséquence légitime, que l'action d'un tel courant de fluide électrique n'est pas d'irriter le muscle au point d'en exciter immédiatament les contractions, mais de donner jeu aux nerfs, de mettre leur action en exercice comme j'ai prouvé par d'autres arguments. En effet, s'il excitoit directement les fibres musculaires, pourquoi n'occasionneroit-il pas les mouvements dans la langue d'ailleurs si mobile, lorsqu'il en penetre la pointe, et traverse plus de la moitié de sa sustance sauve la racine. Mais elle n'est affectée que d'une sensation de saveur, conformément à la nature des nerfs, qu'il rencontre dans ce cas, qui sont les nerfs du goût.

Revenant à la circulation du fluide électrique que j'ai decrite ci-dessus, où j'ai fait voir comment il coule de la lame d'étain dans les parties animales ou autres conductrices, auxquelles cette lame se trouve appliquée, et pénétrant plus ou moins dans l'interieur il s'avance vers les autres parties couvertes par la lame d'argent, dans

Digitized by Google

laquelle il entre, pour revenir moyennant l'arc conducteur à la dite lame d'étain, et continuer ainsi le tour, je ne crois pas inutile de rappeller la necessité pour cela des deux métaux différents. Que les deux armures en effet soient du même métal, de la même trempe et dureté, du même poli ecc., il n'y a pas de raison que l'une soit plus disposée que l'autre à faire passer du fluide électrique aux parties qui la touchent, ou à en soutirer, elles le seront toutes deux également, de sorte que tout au plus elles en donneront ou en prendront chacune un peu; mais il ne pourra assurement s'établir, les forces se contrebalançant des deux cotés, ce courant, cette circulation, qui a lieu seulement lorsque les deux armures étant differentes sur-tout pour la qualité des métaux, une a plus de disposition à donner ou à recevoir que l'autre, si même la tendance naturelle d'une n'est pas de recevoir tandis que la tendance de l'autre est de donner: car dans chacun de ces cas on comprend également que le fluide électrique poussé continuellement dans un sens selon la force prévalente, doit circuler sans cesse, pourvu que son cours ne soit point arrété par l'interruption des bons conducteurs.

Une autre chose que j'aime à rappeller est que la quantité de fluide électrique qui est mise en mouvement par ce moyen des armures différentes, n'est pas petite, comme on pourrait s'imaginer; qu'au contraire elle est très considérable si on juge par l'effet produit sur la langue, et par la quantité du même fluide qu'on est obligé de faire aborder au même organe avec la Machine électrique pour y produire un effet égal, savoir lui faire sentir la même saveur acide ou alcaline au même dégré d'intensité, comme j'ai fait remarquer déjà. Il est bien vrai que dans un cas comme dans l'autre le courant de fluide, tout abondant qu'il est, a si peu de rapidité, et déploye si peu de force et de tension, qu'il ne donne pas de signes à l'électrometre, et qu'il peut être aisément arreté par des mauvais conducteurs: en un mot c'est un courant riche, mais doux et paisible. Il faut pourtant qu'il ne soit pas trop lent, qu'il ne soit pas retardé davantage par des conducteurs interposés dans le circuit (comme seroient un bois, un drap, un cuir, et même un papier de la plus petite épaisseur, une membrane ec. ou sèches, ou peu imbibés d'humeur) si l'on veut qu'il puisse chatouiller les nerfs au point d'exciter ou la saveur dans la langue, ou les contractions dans les autres muscles.

J'ai assez fait sentir, que ce courant électrique étant déter-

Digitized by Google

miné et entretenu par la différente tendance qu'ont différents métaux à dégorger le fluide électrique ou à le sucer lorsqu'ils se trouvent simplement appliqués à la surface d'un corps aussi bon conducteur, mais inférieur à cet égard, d'un de ces corps qu'on range parmi les non-conducteurs (laquelle différente tendance se manifeste de même lorsque les dits métaux frottent un corps de la classe des cohibents ou idio-électriques), j'ai, dis-je, assez fait sentir avec cela que le phénomene, dont il s'agit, n'est pas plus propre des organes ou substances animales vivantes que de tout autre corps, qui ait la condition indiquée de bon conducteur; et je l'ai formellement déclaré en indiquant pour exemple un drap et un carton mouillé. Mais exige-t-on que j'allegue des expériences? En voici quelques unes qui sont démonstratives, Je prens un verre d'eau et je plonge dans cette eau une lame d'étain repliée pour qu'elle se soutienne, sur le bord du même verre, ou si c'est une feuille mince, comme le papier qu'on dit argenté au lieu de la plonger je l'étends sur une partie de la surface de l' eau. Ces choses ainsi disposées je trempe le bout de ma langue dans cette eau, à l'écart de la lame d'étain, et appliquant plus en arriere sur le plat de la même langue la partie convexe d'une cuiller d'argent, j'incline sa queue jusqu'au contact de la lame d'étain repliée comme je viens de dire sur le bord du verre: au même instant ma langue sent la saveur acide, et continue de la sentir tant que ce contact dure. Il est donc manifeste que le fluide électrique coule de la lame d'étain sur l'eau, la traverse, et arrive à la pointe de la langue, y penetre et passe par elle jusqu'à l'endroit qui touche à la lame d'argent, laquelle le reçoit pour le transmettre de nouveau à la lame d'étain ec.. Il est presque inutile de faire remarquer que si on fait l'experience inversement, c-à-d. avec la lame d'argent plongée dans l'eau, et celle d'étain appliquée au plat de la langue, le bout de la langue trempé dans la même eau sent, non pas la saveur acide mais l'autre acre et brulante, foible pourtant, ou il ne sent rien, si les deux métaux employés ne sont pas les meilleurs pour ces sortes d'expériences. Encore ici donc il est beaucoup plus aisé d'exciter la saveur acide que l'alcaline.

Pour procéder d'une autre maniere, je plonge dans une jarre d'eau une lame d'étain, et une d'argent separée de l'autre et qui débordent le vase, et ayant appliqué à la langue deux spatules, ou cuillers d'argent, une sur son plat, l'autre contre sa pointe, je fais

Digitized by Google

toucher la premiere à la lame d'étain, et la seconde à la lame d'argent: tant qu'un seul de ces contacts entre les métaux a lieu, nulle sensation; mais si tôt que tous les deux s'accomplissent, la saveur acide se fait sentir à la pointe de la langue, qu'une de ces cuillers presse. Or cela n'est pas surement l'effet immediat des deux armures appliquées à la langue, puis qu'elles sont l'une et l'autre d'argent et tout-à-fait semblables, et que de telles armures égales sont absolument impuissantes, comme j'ai déjà expliqué, et comme on peut prouver, qu'en effet elles ne produisent rien, si on se contente de les faire simplement communiquer entre elles. L'impulsion au fluide électrique qui le détermine a circuler vient donc dans l'expérience dont il s'agit, des autres lames, qui touchent l'eau: c-à-d. il coule de la lame d'étain dans l'eau, passe à la lame d'argent qui s'y trouve également plongée, de celle-ci dans la cuiller, appuyée à la pointe de la langue ecc.

J'ai fait souvent une expérience égale appliquant la lame d'étain, et la lame d'argent à un drap ou à un carton mouillés, et le succès fut toujours le même, seulement la sensation était plus foible à mesure que ces corps se trovoient moins imbibés d'eau, et nulle, s'ils n'étoient point mouillés, mais seulement humides.

Encore un mot sur la saveur excitée dans la langue par le contact de deux métaux. Le moyen le plus aisé de sentir cette saveur est d'appliquer une petite bande de feuille d'étain à travers d'une lame d'argent par ex. d'une monnoye, et de porter le bout de la langue sur le confin des deux métaux. On est surpris de ne sentir rien ou presque rien en touchant du bout de la langue soit l'argent, soit l'étain seul, jusqu'à ce qu'arrivé à les toucher tous le deux ensemble, on sent justement dans ces points d'union une très-forte acidité (car des deux saveurs l'acide l'emporte dans cette expérience). Et ne doit-on pas repeter d'une semblable cause l'espece de saveur piquante qu'on trouve à l'eau, et celle qui releve le goût de la bierre ecc. en buvant ces liqueurs dans des vases de métal, et la dernière particulierement dans l'étain? Ce qui est certain c'est, que les métaux mettent en mouvement le fluide électrique non seulement étant appliqués à des substances animales, mais à d'autres conducteurs suffisamment bons, à l'eau, aux corps mouillés, ecc. comme je viens de montrer; or il est plus que probable, que s'il faut justement

Digitized by Google

deux métaux d'espéce différente afin qu'il s'établisse un courant du fluide assez grand pour exciter sur la langue une saveur forte, un seul métal puisse déjà faire quelque chose, comme seroit d'agiter le fluide électrique au point de chatouiller un peu le dite langue. Delà, je crois, cette legere saveur plus ou moins perceptible qu'on sent à chaque métal en le touchant simplement du bout de la langue, et qu'on appelle saveur métallique: c'est au fond la même expérience que celle des deux métaux, mais infiniment plus imparfaite; on approche un peu plus de la perfection lorsque la langue touche au métal et à l'eau ou autre liqueur en buvant dans un vase métallique; et beaucoup plus encore en faisant l'expérience ci-dessus de plonger une lame métallique dans l'eau d'un verre, y tremper le bout de la langue et avec une autre lame de métal différent toucher le plat de la langue et la lame plongée.

J'aurai encore, Monsieur, pour une troisieme lettre, qui ne sera pourtant pas si longue. Ce qui reste est peut-être le plus important, s'agissant de decider si après toutes ces expériences qui ne prouvent nullement une véritable et propre électricité animale, qui dépende réellement des forces vitales, et de l'organisation, mais simplement une électricité artificielle excitée par un moyen qui n'était pas connu, si, dis-je, une telle électricité animale proprement dite existe comme je soutiens, et sur quelles expériences on peut l'établir. Je suis, Monsieur, avec toute l'amitié

Votre ec.

A. VOLTA.

à Come ce 11me 8bre 1792.

Ecrivez moi dorénavant à Pavie.

A Monsieur.

Monsieur le docteur VAN MARUM. Membre de plusieurs Académies et directeur du Musée de Teyler. *Hollande, à Harlem.*

Digitized by Google

Ediz. Naz. - VOL. I - *Pag. 123.*

Comme ces expériences réussissent également bien dans le membre tronqué de l'animal, et pendant un assez longtems, lorsque la sensibilité du nerf dominant paroitroit éteinte, vu que ni en le pinçant, ni en le coupant ou dechirant on vient à bout d'exciter les mouvements violents dans le dit membre, qu'on y excite si aisément par une legere secousse ou mouvement induit du fluide électrique, on est assez fondé à conclure, que ce même fluide est le stimulant le plus approprié des nerfs, et qu'il est tout-à-fait naturel, que ce soit aussi par son ministere, que l'action nerveuse est mise en jeu dans l'économie animale. L'ame dans cette supposition n'à qu'à imprimer un certain mouvement au fluide électrique ou à solliciter, retarder, invertir celui qu'il a déjà, dans les nerfs sujets à son empire, pour faire naitre les mouvements qu'elle veut dans tels ou tels muscles erecteurs et flexeurs des membres, dans tous ceux enfin qui obeissent à sa volonté. Plus on considerera ces expériences, les conditions et les circonstances qui les accompagnent, comme je montrerai dans la suite, et plus on se persuadera de ce que j'avance ici sur des conjectures assez fondées.

Digitized by Google

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XIV** (*A*)

Dalla:

LETTERA PRIMA

AL SIG. AB. ANTON MARIA VASSALLI

PROFESSORE STRAORDINARIO DI FISICA NELLA R. UNIVERSITÀ DI TORINO

NUOVA MEMORIA SÛLL' ELETTRICITÀ ANIMALE DEL SIG. DON ALESSANDRO VOLTA

– 10 Febbraio 1794 –

NOTA.

In Memorie che apparvero verso la fine del 1792 (vedasi il n. IX, il n. X ed il n. XI del Vol. I, Ediz. Naz.), il Volta aveva espressi forti dubbii intorno alla elettricità animale considerata come causa delle contrazioni che si ottengono nelle rane convenientemente preparate e trattate con armature monometalliche, invocando in proposito le inevitabili inomogeneità dell'armatura stessa, dovute a circostanze accidentali (come per esempio la tempera, la levigatezza, ecc.).

Digitized by Google

In questa lettera dell'Abate Anton Maria Vassalli di Torino, il Volta, dopo aver esposto le sue esperienze sui nervi del moto, e su quelli dei sensi, conclude che i fenomeni delle contrazioni che si osservano nelle rane chiudendo il circuito fra le varie parti di queste con armature di un sol metallo, sono dovuti alle inevitabili inomogeneità delle estremità dell'arco metallico. In una successiva lettera pure al Vassalli in data 1794, (e pubblicata nel n. XIV (B) del Vol. I dell'Ediz. Naz.) il Volta, dopo una analisi critica delle esperienze dell'Aldini, riafferma le conclusioni esposte nella lettera che si pubblica in questo Numero.

Digitized by Google

Che pensa Ella della pretesa Elettricità Animale? Per me sono convinto da un pezzo, che tutta l'azione procede originariamente dai metalli combacianti un corpo umido qualunque, o l'acqua stessa; in virtù del quale combaciamento viene spinto avanti il fluido elettrico in esso corpo umido od acqueo dai metalli medesimi, da quale più da quale meno (più di tutti dal zinco, meno quasi di tutti dall'argento); onde indotta una comunicazione non interrotta di acconci conduttori è tratto esso fluido in un continuo giro. Se di questo circolo conduttore pertanto, ed in qualunque sua parte, facciano anello di comunicazione i nervi crurali della rana tagliata in guisa, che per questi soli debba passare ristretta tutta o quasi tutta la corrente elettrica, o qualsisia altro nervo inserviente al moto di qualche arto, e di qualsisia altro animale, nel tempo e fino a tantochè mantengono tali nervi un resto di vitalità; ecco che i muscoli e i membri obbedienti a tali nervi si convellono, tostochè compiendosi il circolo dei conduttori si dà luogo a tal corrente elettrica, e tutte le volte che interrotto a bella posta si compie di nuovo esso circolo. Se invece dei nervi inservienti al moto trovansi nel circolo quelli dell'apice o bordi della lingua inservienti al gusto, oppur quelli inservienti alla visione, si eccita la sensazione corrispondente di sapore, o di luce; e queste sensazioni, e questi moti tanto più vigorosi, quanto i due metalli impiegati son più distanti fra di loro nell'ordine che vengono qui appresso nominati: zinco, foglio stagnato, stagno comune in lastra, piombo, ferro, ottone e bronzi di varia qualità, rame, platina, oro, argento, mercurio, piombaggine: ai quali debbono aggiungersi per ultimo alcuni carboni di legna, quelli cioè che riescono deferenti quasi al pari dei metalli; giacchè gli altri o non servono, o male.

Queste sperienze, tra le molte maniere che io ho trovato di po-

Digitized by Google

terle fare e variare, riescono in particolar modo sorprendenti ed espressive nella seguente. Siano quattro o più persone isolate, od anche co' piedi sul pavimento, se questo non è umido molto; e comunichino, ossian faccian catena fra di loro, uno toccando col dito la punta della lingua al vicino, un altro toccando similmente il nudo bulbo dell'occhio all'altro suo vicino, ed altri due tenendo colle dita bagnate, pe' piedi l'uno, l'altro pel dorso, una rana preparata di fresco, cioè scorticata e sventrata; finalmente il primo della fila impugnata colla mano pure bagnata una lastra di zinco, e l'ultimo una d'argento, le portino al mutuo contatto: nascerà all'istante sull'apice della lingua toccato da chi tiene nell'altra mano il zinco, un sapor acido; nell'occhio toccato dal dito di un altro un lampo di luce; e le gambe della rana tenute tra le due mani si convelleranno violentemente.

Ecco dunque il fluido elettrico, che scorre ed attraversa tutta quella catena di persone: le quali se si domanda perchè non si risentano di alcuna scossa nelle braccia ec., è facile rispondere, che la corrente non è abbastanza grande e impetuosa per ciò; ma che lo è bene per eccitare que' nervi che sono sensibilissimi, e pel sentiero de' quali passa il detto fluido raccolto e ristretto, cioè i nervi del gusto che si presentano quasi a nudo sulla punta e bordi della lingua, quei della visione esistenti in fondo all'occhio, e i crurali della rana sventrata, i quali tutti trovansi sul passaggio della corrente elettrica nella sperienza di cui parliamo.

Or cosa mai vi è qui, che indichi *Elettricità animale*, vale a dire propria e originaria degli organi? E non è anzi più probabile, che sian essi meramente passivi, semplici Elettrometri molto sensibili, e attivi in vece i metalli; cioè che al contatto di questi venga originariamente dato l'impulso al fluido elettrico; che in somma siano tai metalli non semplici conduttori o deferenti, ma veri motori d'elettricità? Che dico più probabile? Egli è pure evidente, che tutto qui dipende dai metalli; e sì dalla loro diversa qualità, necessario essendo per la riuscita delle sperienze, di cui si tratta, che siano due metalli dissimili: condizione soprattutto e assolutamente indispensabile. Anzichè dunque chiamarsi *Elettricità animale*, potrebbe dirsi a più buon diritto *Elettricità metallica*.

Nè mi si opponga, che qualche volta si ottengono i moti della rana preparata alla maniera di GALVANI, anche impiegando metalli

Digitized by Google

dell'istessa qualità da una parte e dall'altra, cioè argento e argento, mercurio e mercurio stagno e stagno, ferro e ferro. Sì, s'ottengono (non sempre però) ne' primi momenti, quando l'animaletto preparato nella miglior maniera è ancora tanto eccitabile, che per un nulla si risente. Ma come assicurarsi, che siano perfettamente e in tutto eguali i metalli che s'adoprano? Lo siano pure di nome e nella sostanza: ma le qualità accidentali di durezza, di tempera, di levigamento e lucidezza nella superficie, di calore ec. possono farli differire abbastanza in ordine all'azione elettrica, al potere cioè di spingere il fluido elettrico nel corpo umido che combaciano, od attrarlo, non altrimenti che simili differenze ed altre circostanze fanno (come è noto già dalle esperienze di CANTON, BERGMANN, CIGNA, BECCARIA ec.), che gli stessi metalli, ed altri corpi, trovinsi più o men atti a *dare* o *ricevere* del fuoco elettrico, eccitati collo stropicciamento. È pur provato, che di due idrolettrici dell'istessa materia e qualità, che si fregano un contro l'altro, il più scabro, o il più caldo, o quello che soffre maggiore strofinamento *dà*, l'altro *riceve*. Così anche un conduttore perfetto od imperfetto, un metallo, una pietra, un legno ec. scabri da un lato, levigati e forbiti dall'altro, danno e ricevono da un nastro di seta, dalla carta bianca, dall'avorio, da un altro legno ec., secondo che si fanno a stropicciar questi colla superficie scabra o colla liscia, più o men caldi gli uni o gli altri, per il lungo o per il traverso ec. Or dunque penso io, che anche lo smovimento del fluido elettrico, che accade per sola copula o sia combaciamento de' metalli co' corpi umidi o coll'acqua, senza bisogno di confricazione sensibile (come provano le nuove sperienze), possa venire similmente determinato, e più o meno promosso, talchè dirigasi la corrente or in un senso, or nell'altro opposto, per differenze anche picciole nella durezza e tempera, nel grado di calore, nel levigamento e lucentezza, che incontrinsi tra uno ed altro pezzo di argento, di ottone, di ferro, di piombo, creduti simili, ed anche tra un capo e l'altro dell'istessa verga e lamina metallica.

Non contento però delle sole congetture, tuttochè fondate sopra buoni argomenti di analogia, ho voluto vedere coll'esperienza se, e quanto le anzidette qualità accidentali influivano all'azione de' metalli sul fluido elettrico, della quale si tratta. Fatto dunque un arco di un grosso filo di ferro crudo ed elastico, provava se intingendo i suoi due capi ne' due bicchieri d'acqua, in cui pescava una

Digitized by Google

rana puntualmente e di fresco preparata, cioè colle gambe posteriori in uno, col dorso e colla spina vertebrale (se questa sola era rimasta) nell'altro, mi riuscisse di farla convellere e saltare; e sulle prime per loppiù mi riusciva infatti, cioè per due, tre, quattro volte; a capo però di qualche minuto non più: e debbo dire anche, che procuratimi diversi archi di ferro, ne incontrai più d'uno, che non facea niente neppur da principio. Lo stesso mi avvenne con alcuni archi d'argento, e con alcuni d'ottone, che trovai inefficaci ad ogni prova. V'è dunque tutta la ragione di credere, che questi inetti riuscissero, giusto per essere in ambe l'estremità perfettamente eguali di tempera, e in tutto; e perciò equipollenti: il che non era degli altri; siccome cosa che difficilmente e rare volte accader dee, che incontrisi cioè un'eguaglianza veramente e di tutto punto compita. Or dunque trovato, con saggiarne molti, uno di tali archi di ferro, che non facesse nulla neppur da principio, ed altre volte aspettato che fosse indebolita la rana, e resa non più eccitabile da uno di quegli altri valevoli sulle prime a commoverla (il che succede ben presto), tuffava nell'acqua bollente un capo di tal arco per qualche mezzo minuto, indi trattolo fuori, e senza dargli tempo di raffreddarsi, ritornava all'esperienza sopra i due bicchieri d'acqua fresca: ed ecco che la rana a bagno si convelleva; e ciò anche due, tre, quattro volte, ripetendo la prova; finchè raffreddata per tali immersioni più o men durevoli e ripetute, o per una più lunga esposizione all'aria, l'estremità del ferro intinta già nell'acqua calda, ritornava codesto arco inetto del tutto ad eccitare le convulsioni dell'animale. Che se io passava ad arroventare un capo dell'istesso ferro, e a raddolcirne così la tempera, l'altra estremità rimanendo cruda, acquistava il medesimo la proprietà di eccitare le commozioni nella rana sottoposta alla prova, anche dopo raffreddato, e per assai lungo tempo, fino cioè che l'animaletto non fosse molto indebolito.

Dalle quali esperienze viene dimostrato, che se il calore come tale fa già qualche cosa; la qualità della tempera fa molto più, ed abilita l'istesso metallo, cioè le due parti del medesimo diversamente temprate, ad agire nel contatto dell'acqua o de' corpi bagnati sopra il fluido elettrico diversamente, ossia con inegual forza; come se fossero due diversi metalli.

Ho ripetute le stesse sperienze sopra lamine d'ottone, d'argento, e di stagno; e coll'istesso evento. Se non che i gradi di tempera es-

Digitized by Google

sendo più marcati, ed avendo maggior estensione nel ferro, che in questi altri metalli, le differenze nell'azione elettrica da ciò dipendenti riescono in quello anche più notabili e insigni: talchè si può avere maggior effetto contrapponendo nelle sperienze di cui si tratta ferro a ferro di diversa tempera, di quello si ottenga con due metalli di qualità diversa, poco distanti però in ordine al lor potere elettrico, come sarebbe oro ed argento, rame e ottone, ottone e ferro, piombo e stagno in lastra. Che più? Mi sono incontrato in qualche lamina di ferro, i di cui estremi tal differenza di azione presentano, dipendente non so se dalla sola tempera o da altro, che maggiore nor manifestasi tra' metalli distanti di più gradi, come piombo ed argento; tantochè giungono al par di questi, non che ad eccitare vivissime contrazioni e spasmi ne' muscoli della rana, anche intera e intatta, o al più scorticata; ma fino a produrre, applicati come conviene alla lingua, il sapor acido abbastanza sensibile.

Riguardo al polimento e lucido metallico ho trovato, che quando due pezzi dell'istessa lamina di piombo, applicati uno al dorso, l'altro alle gambe della rana preparata nella miglior maniera (che è quella di non lasciare per comunicazione del tronco con esse gambe altro che i nudi nervi crurali), non valgono ad eccitare alcun moto o contrazione de' muscoli, basta raschiare uno di tai pezzi di piombo col temperino in guisa, che lucido appaja come specchio, ed applicarlo di nuovo con tal superficie forbita e splendente al luogo di prima, per produrre l'effetto: la quale virtù così acquistata torna a perdersi in più o men breve tempo, collo smarrire che fa il metallo in contatto dell'aria tal lucido brillante. Che se ambedue i pezzi di piombo si rendano egualmente lucenti e forbiti, non riesce più l'esperienza, o non così bene, come allorchè lo è reso un solo.

Del resto quando ho posta tutta la cura, acciò le due armature metalliche applicate o ai membri della rana immediatamente, o all'acqua, o corpi bagnati, tra cui trovasi la medesima collocata, fossero al più possibile simili; quando ho impiegato da una parte e dall'altra lastrette o fili d'oro e d'argento della medesima pasta; non ho mai o quasi mai veduto eccitarsi le convulsioni nella rana all'atto di far comunicare tra loro, sia con immediato contatto, sia mediante un altro arco metallico, tali armature simili, per vivace che fosse l'animaletto, e preparato di fresco nella miglior maniera. Dico *quasi mai* per cautela, e perchè talvolta ebbesi pure alcun debole effetto: quale

Digitized by Google

però ho tutta la ragione di attribuire alla non perfettissima eguaglianza di dette armature; all'essersi pur trovate in qualche cosa dissimili.

Dopo tutto questo se GALVANI, od altri vorranno ancora sostenere, che ne' casi almeno, in cui si servono ad eccitare le contrazioni e moti gagliardi o deboli nella rana preparata alla sua maniera due metalli simili, o i due capi dell'istesso pezzo di metallo, la spinta al fluido elettrico non possa venir data se non dagli organi dell'animale; e che però sussiste nel senso da lui voluto la vera *Elettricità animale*: io risponderò negando che siano perfettamente e in tutto eguali tai metalli, allorchè si ottengono codesti effetti: dirò che differiscono o pel calore, o per la tempera, o per il polimento e lucentezza: le quali circostanze ho provato avere non poca influenza, e indurre non minor differenza in ordine alla virtù di smuovere il fluido elettrico nell'acqua o corpi umidi combaciati, di quel che faccia la diversa qualità di alcuni metalli. Sta a GALVANI a provare che niuna minima differenza si trovi rispetto a tali modificazioni, e ad altre non conosciute, che per avventura influir possono, niuna differenza, dico, percettibile od impercettibile tra il capo metallico che s'intinge in un bicchiere e quello intinto nell'altro, ossia che si applicano quinci alle gambe posteriori della rana preparata, e quindi alla parte superiore de' nervi, o al tronco: sta a lui a provare (cosa ben difficile, per non dire impossibile) cotale perfetta somiglianza, e identità dei due capi dell'arco metallico, quando pur succede che valga, senza il concorso di altro metallo diverso, ad eccitare le convulsioni; mentre io ho provato già, che una diversità qualsiasi de' metalli, o sostanziale od accidentale è valevole a dare mossa al fluido elettrico, a metterlo in corso con tale forza da produrre quegli effetti, che i metalli simili al più possibile non son atti ad eccitare. Or se questo principio, se tale, voglio dire, attività metallica scoperta e dimostrata evidentemente basta, a che ricorrere ad un altro principio meramente supposto, di un naturale sbilancio cioè di fluido elettrico negli organi animali? Saria questo un moltiplicare inutilmente le cause per effetti della stessa natura. Stiamo a quello, che è direttamente e indubitamente provato: e non lasciamoci trasportare a congetture e ipotesi in apparenza belle e seducenti; ma che vane per lo più sogliono riuscire e inutili, quando trascendono l'espressione delle più semplici e chiare sperienze.

Digitized by Google

(15)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XIII**

Dalla:

LETTERA AL CAV.RE BANKS

PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ REALE DI LONDRA

– Pavia, 30 Marzo 1795 –

NOTA.

In questa lettera il Volta, di fronte alle esperienze del Valli (che otteneva contrazioni nel corpo della rana senza armature metalliche, chiudendo il circuito fra le varie parti del corpo della stessa portate direttamente a contatto), dopo di aver analizzate le condizioni nelle quali queste esperienze riescono, rettifica le sue posizioni estendendo il principio del contatto e concludendo che tutti i fenomeni galvanici hanno luogo in conseguenza dell'azione dei conduttori dissimili posti a contatto.

Digitized by Google

Digitized by Google

Pavia, 30 Marzo 95.

Monsieur,

J'ai reçu, il y a deux mois, la lettre, que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire; et je ne suis pas encore revenu de l'agréable surprise qu'elle m'a causé. Vous m'aviez déja prevenu, Monsieur, de l'accueil favorable qu'avoient obtenu de la part de la Societé Royale mes Memoires sur l'action des conducteurs électriques dans les mouvements musculaires, et dans certaines sensations dependamment... nerfs, et j'en avois été certifié par d'autres témoignages publics; mais je ne m'attendois pas à une recompense si éclatante, et la plus flatteuse pour moi, telle que la médaille qu'on vient de m'adjuger; et je pouvois d'autant moins l'esperer, même après l'espérance que vous m'en aviez fait conçevoir l'année passeée, que je n'ai pas encore rempli ma tâche de rendre compte comme j'avois promis de la suite de mes recherches, et de developper nombre d'autres faits interessants, auxquels j'ai été conduit.

Je suis à la vérité un peu honteux de ce retard, qui m'a d'ailleurs été de quelque préjudice, ou que dans cet intervalle plusieurs découvertes que j'avois faites depuis plus de deux ans (et que je puis reclamer avec justice ayant montré toutes les expériences relatives à plusieurs personnes tant étrangeres, que nationales) ont été publiées par d'autres, qui ont eu raison pourtant de s'en faire honneur, si conduit par leurs propres recherches à ces nouveaux faits, ils ignoroient, que j'y etois parvenu avant eux, et que j'en montrois dépuis long-tems, les expériences à tout le monde. Je n'ai donc garde d'accuser aucun de ceux qui ont publié ces faits de plagiat; et je me reserve seulement le droit de revendiquer celles de ces decouvertes dans les quelles je les ai incontestablement et notoirement precedé par mes expériences, quoiqu'ils m'ayent prevenu par la publication: aussi parlerai-je dans la suite de mes Me-

Digitized by Google

moirs de tous ces nouveaux faits comme le source cru, ... de mon cru, ... m'embarasser de ce que d'autres en ont déja publié.

Je pourrois alléguer plusieurs causes de ce long rétard, dont je ne prétends pourtant pas de m'excuser tout-à-fait; les principales sont des questions et des doutes, que j'ai cru devoir préalablement eclaircir. On m'a fait differentes objections contre ce que j'avois avancé, qu'on ne peut exciter les contractions musculaires par le moyen des conducteurs métalliques appliqués aux parties, et en les faisant communiquer, à l'ordinaire, que dans les muscles volontaires, les muscles *flexeurs* et *extenseurs*; et point du tout dans les muscles qui ne sont pas sujets à la volonté, quelqu'irritables qu'ils soient d'ailleurs, nommément dans le coeur: on a produit pour me contredire, des expériences, où l'on faisoit redoubler les battements du coeur et même où on reveilloit lorsqu'ils étoient tout-à-fait.... ....., en appliquant deux métaux differents, un au coeur lui-même, et l'autre à quelques uns des principaux nerfs qui s'y portent; j'ai donc après avoir repeté et varié de plusieurs manieres les preuves et determiné les circostances dans lesquelles on peut obtenir l'effet en question, rectifié ma proposition, enoncée peut-être trop generalement, mais j'ai constaté en même tems qu'une très grande différence, une différence essentielle subsiste, comme j'avois soupçonné entre les muscles volontaires et les non-volontaires, ou entre les nerfs des uns, et des autres ou nerfs et muscles d'une espece, et nerfs et muscles de l'autre, tant que l'excitabilité du muscle est tres grande, et qu'on employe ..... en ce que outre qu'il est beaucoup plus difficile d'exciter ces derniers par les moyens indiqués, au point que l'effet n'a lieu qu'avec de métaux les plus actifs; c. à. d. deux des plus éloignés dans l'echelle que j'avois déja tracée, comme plomb, étain, ou mieux zinc d'une coté, et or ou argent de l'autre, il faut au surplus, que ces deux métaux differents, ou un des deux soit appliqué à la substance même du coeur, ou du moins que celui-ci soit placé de maniere que tout ou une partie considerable de son corps se trouve dans le circuit, et soit conséquemment traversé par le courant électrique, que les deux métaux excitent; il faut en un mot, que le *stimulus* électrique affecte *immediatement* le muscle: ..... ment si le courant électrique ne se porte pas sur le muscle lui-même s'il ne penetre aucunement sa substance,

Digitized by Google

je suppose le coeur s'il se limite à envahir et penetrer une partie quelconque de ses nerfs comprise entre les deux métaux, ou placée de quelque maniere que se soit dans le cercle conducteur, le muscle exclus, nulle excitation dans celui-ci. Or il en est bien differemment des muscles volontaires, qui se ressentent, et entrent dans les plus fortes contractions lorsqu'ayant appliqué deux métaux, pas même des plus actifs, à deux endroits du nerf principal qui s'y implantent, à deux endroits p. e. du nerfs ischiatique, même peu éloignés l'un de l'autre, je fais communiquer ces deux métaux, ce qui détermine un courant électrique, qui traverse seulement cette portion interceptée du nerf: il suffit p. e. de serrer doucement ce nerf au dessus de son insertion dans les muscles de la jambe, qui lui obéissent, de serrer p. e . le nerf crural d'une grenouille preparée, avec une pincette dont une branche est d'argent, l'autre de étain, ou mieux de zinc, pour mettre en convulsion tous les muscles sujets, toute la jambe, lorsque toute autre pression, tout autre stimulant mechaniqne on chymique appliqué à ce même nerf n'a plus d'effet. L'irritation donc du nerf seul et de quelques points seulement du nerf par l'action stimulante d'un foible courant électrique est très-efficace pour exciter les contractions des muscles volontaires qui en dépendent, et plus efficace que tout autre stimulant; tandis qu'elle ne l'est pas pour le coeur et les autres muscles non volontaires, pour lesquels les stimulants mechaniques et chymiques sont au contraire plus appropriés que le stimulant électrique; si bien, que lors même que ce fluide venant à frapper fortement et à porter son action immediate sur de tels muscles il parvient à les exciter on peut croire qu'il y agisse lui-même comme stimulant mechanique. Cela bien etabli comme mes expériences le prouvent, que le fluide électrique est le plus approprié de tous le stimulants pour les contractions des muscles volontaires, soit que son courant traverse la substance même de ces muscles, soit qu'il parcoure ..... soit enfin qu'il n'affecte que le nerf seul, en ne parcourant qu'un trait de celui-ci; et qu'au contraire (il n'est que un foible stimulant inferieur aux stimulants mechaniques pour les muscles non volontaires, et même inefficace appliqué aux seuls nerfs de ces derniers); .. j'avais découvert une difference bien remarquable entre ces organes du mouvement, difference, qui nous conduit à distinguer en deux classes non seulement les muscles mais encore les nerfs respectifs,

Digitized by Google

rapport à leurs fonctions, sans parler des nerfs des sens qui constituent une autre classe encore.

L'explication, que j'ai donnée de la maniere par laquelle les conducteurs métalliques differents excitent les sensations de saveur sur la langue, de lumiere dans l'oeil, de douleur dans quelques parties très-delicates, dans les playes, aussi bien que les contractions dans les muscles volontaires: cette explication dans la quelle en les regardant non comme simples conducteurs, mais comme *moteurs* d'électricité doués chacun de differente force, selon l'espece de métal et d'autres differences accidentelles, en considerant, lorsque ces métaux se trouvent appliqués à ceux d'une autre classe des conducteurs humides et on complette avec eux le cercle, en considerant un tel contact comme la *cause active* du courant électrique qui fait le tour, et continue tant que le cercle n'est point interrompu, de sorte que les nerfs et les muscles de l'animal qui font partie de ce cercle ne sont que *passifs*, excités simplement par une électricité extrinseque, en un mot des *électrometres* d'une nouvelle espece, et très-sensibles: cette explication, qui détruit de fond en comble tout ce qu'on avoit avancé et que j'avois cru moi même d'une électricité proprement *animale* c. à. d. inhérente aux organes, d'une charge électrique, ou de l'equilibre naturellement rompu entre nerfs et muscles ou entre l'interieur et l'exterieur de ceux-ci ec. cette explication dis-je, adoptée generalement par les Physiciens, qui ont suivi mes traces dans ces champs d'expériences ne pouvoit gueres que recontrer de fortes oppositions de la part des disciples et des adhérents de Mr. GALVANI jaloux de conserver tout le plus grand eclat à la découverte du celebre Professeur de Boulogne; aussi a-t-on fait tous les efforts possibles pour retablir l'électricité animale, efforts tout à fait inutiles à l'égard de celle ci j'ai demontrée par mille expériences directes, dans le sens qu'ils pretendent. Leurs plus forts arguments sont les convulsions excitées dans des grenouilles préparées à la maniere de GALVANI, par l'application de deux pieces du même métal, et même des deux bouts d'un seul et simple métal. J'ai déja répondu à ces objections il y a plus d'un an dans un Journal qui s'imprime ici à Pavie; 1° qu'on n'obtient ces convulsions que moyennant la preparation complette de la grenouille, et tant qu'elle conserve une sensibilité prodigieusement grande; que au surplus ces contractions musculaires manquent

Digitized by Google

très-souvent, même dans ces circostances, et que lors qu'on les obtient, elles ne sont pas comparables en force à celles qu'on excite avec deux métaux differents. 2° Que si les deux pieces de métal, ou les deux bouts du même métal, ne different pas substantiellement, il suffit qu'il s'y rencontre des differences accidentelles, rapport à la trempe, à la densité, à la surface plus ou moins polie, plus ou moins luisante, ou terne, à la temperature ec. pour leur faire deployer une action ou force differente sur le fluide électrique là où ces métaux s'appliquent aux conducteurs humides, et en determine le courant. En effet j'ai prouvé qu'en changeant la trempe, le poli, la temperature à une des deux pieces, ou à un des deux bouts, du même métal, on réussit à exciter les convulsions, qu'on ne pouvoit obtenir lorsqu'il y avoit à tous ces égards une parfaite égalité. 3° En choisissant deux pieces d'un métal moins sujet à alteration, et de la même trempe, comme or, ou argent pur, en coupant deux morceaux au même fil d'or, et en les enfonçant comme deux aiguilles une dans la moelle epiniere, l'autre dans la jambe d'une grenouille tout recemment préparée, je n'ai jamais vu de convulsions excitéés, lorsque je faisois communiquer immediatement entr'elles ces deux aiguilles tandis que je les obtenois avec deux autres pieces d'or, ou d'argent prises au hasard, e. g. avec deux monnoyes ec. Que doit-on dire donc, sinon qu'il y avoit ici quelque difference accidentelle entre or et or, argent et argent, puisque lors qu'il il n'y en a pas l'effet n'a lieu non plus?

Mais voila une objection bien plus forte: on réussit dans les premiers moments et dans certains cas à exciter les convulsions dans la grénouille préparée sans l'intervention d'aucun métal, en portant immediatement une de ces jambes en contact de l'épine, ou des nerfs cruraux nuds, et quelques fois aussi en faisant la communication moyennant une masse d'eau, une, ou deux personnes. Ce n'est donc pas, dit-on, une électricité extrinseque mue par les conducteurs métalliques qui manquent ici; mais une électricité residente dans les organes, une décharge du fluide électrique de la partie de ces organes, des nerfs e. g. où il se trouve naturellement accumulé à la partie qui en manque respectivement, e. g. les muscles, ou de l'interieur à l'exterieur de ces mêmes muscles, pour la voye des nerfs, comme l'avoit pensé GALVANI.

Ces expériences portées fort loin il y a quelques mois par

Digitized by Google

M. EUSEBE VALLE, avec lesquelles les partisans de la theorie de GALVANI croyent triompher, en out imposé à plusieurs de ceux qui avoient adopté la mienne, qui leur paroit incompatible avec ces nouveaux faits. Cependant il est très-facile de les con-

. . . . . .

Comme je soutiens, que la rupture d'equilibre, l'incitation au fluide électrique à parcourir en forme de torrent continu tout le cercle conducteur, vient du contact mutuel de conducteurs dissemblables dans ce cercle, conducteurs, qui sont en même tems *moteurs* c. à. d. le deviennent là où se fait un tel contact étherogene (à peu près comme il arrive par le frottement), et que j'ai par tant d'experiences differentes montré; que cela a lieu d'une maniere si marquée pour les conducteurs métalliques vis-à-vis des conducteurs d'une autre classe, des conducteurs que j'appelle humides parce qu'il doivent leur conducibilité à l'eau, ou a quelqu'autre humeur qu'ils contiennent; je n'ai qu'à ajouter que d'autres contacts de conducteurs éthérogenes pris dans cette derniere seule classe peuvent aussi agir sur le fluide électrique, rompre son repos, et le mettre en courant, avec une force d'autant moindre, qu'ils sont des conducteurs incomparablement moins parfaits que les métaux. Il faut donc étendre analogiquement aux conducteurs humides tout ce que j'ai dit des conducteurs secs, ou métalliques (parmi lesquels je range le charbon vegetal ou animal) c. à. d. que ce qui arrive à la rencontre d'un conducteur de cette classe avec un de l'autre, arrive aussi à proportion entre deux de la même classe, mais differents, Ainsi au lieu de dire, que tout le jeu depend de la difference des conducteurs métalliques, on dira des conducteurs *sur-tout* métalliques; les autres ne devant pas être exclus de la faculté de pouvoir être aussi *moteurs*.

J'avois depuis long-tems conçu l'idée que tous les conducteurs possedoient dans quelque dégré cette faculté active; et j'avois expliquée à quelqu'un de mes correspondents dès l'été de 1792, specialement dans deux longues lettres à Mr. VAN MARUM celebre Physicien Hollandois. Maintenant les expériences ont confirmé cette conjecture: elles font voir que le fluide électrique est mu par le simple contact de deux conducteurs humides differents, et surtout de deux liqueurs différentes. Je rapporterai nombre de ces expériences dans la suite de mes Memoirs: il sera suffisant de dire ici, que lorsque on n'obtient plus les convulsions en repliant simple-

Digitized by Google

ment la jambe de la grenouille préparée sur le dos jusqu'au contact de l'épine, on pourra quelque fois les obtenir encore en mouillant prealablement l'une ou l'autre de ces parties, à la maniere de VALLE, de salive, d' eau salée, d'esprit de vin, et d'autres liqueurs, comme Mr. VALLE même a prouvé. Encore cette autre expérience et je finis. Ayant placé les jambes de la grenouille préparée dans l'eau pure contenue dans un verre et son dos dans celle d'un autre verre; il est extremement rare qu'on puisse exciter une fois ou deux des convulsions foibles en plongeant deux doigts dans les deux verres pour completer le cercle, et si rare, que la plupart avec les grenouilles plus fraiches, plus fortes, et le mieux préparées je n'y réussis pas, même dans les premiers instants; je n'y réussis pas beaucoup mieux en y plongeant les deux bouts d'un fil, d'or ou d'argent parfaitement homogene; mais si je repete l'expérience ayant mouillé le bout de mon doigt, ou le bout de l'arc métallique d'une autre liqueur, d'eau salée, d'esprit de vin, d'encre, de vinaigre, d'acide vitriolique, ou de quelque humeur animale, comme lait, sang, salive, urine, j'excite lorsque je viens à faire la communication les mouvements des muscles; l'expérience est beaucoup plus sure en employant l'arc métallique; mais elle est plus decisive avec celui des deux doigts: et tout à la fin prouve que l'effet est dû au contact des deux liqueurs etherogenes. Après cela qui ne voit l'explication claire du phénomene dont on a fait tant de bruit, c. à. d. des foibles convulsions excitées dans la grenouille ponctuellement préparée par le simple contact d'une de ses jambes aux nerfs cruraux nus, ou aux muscles de l'épine? Quand même on n'a point mis de salive ec. à l'un des endroits, l'attouchement mutuel se fait toujours entre des conducteurs differents, au moins quant à la surface, qui est unie sur le genou, et sur les muscles couverts d'une membrane lisse, et au contraire inegale et presentant une chaire dechirée ou ensanglantée sur l'épine; c'est, dis-je, cette difference dans les surfaces conductrices qui se touchent en effet, parmi le peu de fois que l'expérience de Mr. VALLE réussit on peut observer, que c'est ordinairement lorsque on fait attoucher la chaire du dos ou on porte à l'attouchement des nerfs près le leur sortie de l'épine, non par une partie quelconque de la jambe, mais par le muscle gastrocnemius, et mieux encore par cette partie blanche et tendineuse de l'articulation du pied.

Digitized by Google

Concluons, que nulle expérience ne prouve encore une decharge électrique provenante des organes de l'animal comme les partisans de GALVANI le pretendent, $\overset{\text{tant}}{\text{vu}}$ que tout s'explique par l'action propre des conducteurs dissemblables portés au contact, action que j'ai directement prouvée, et determinée en quelque maniere par tant d'autres expériences sur-tout avec les métaux,.....

.....

Digitized by Google

(16)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XIV** (*C*)

Dalla:

LETTERA TERZA

DEL SIG. CAV.

DON ALESSANDRO VOLTA

P. PROFESSORE ECC.

AL SIG. AB.

ANTON MARIA VASSALLI

– Como, 27 Ottobre 1795 –

NOTA.

Il Volta, in questa lettera, ritorna con maggiori sviluppi sugli argomenti svolti nella lettera a sir Banks (pubblicata nel n. (15) precedente a questo), riaffermandone le conclusioni e localizzando quindi la sede della forza elettromotrice nel contatto fra conduttori di prima e di seconda classe, e nel contatto fra conduttori di seconda classe.

Nella minuta di una lettera scritta al Mocchetti (pubblicata nel n. XVI(B) del Vol. I, pag. 377 dell'Ediz. Naz.), il Volta dice che:

Digitized by Google

« altre esperienze sembrano provare che nulla valgono ad incitare e mettere in corrente il fluido elettrico i combaciamenti dei corpi di prima classe fra di loro, per quanto diversi siano di specie ».

In seguito ad ulteriori esperienze il Volta ritornerà presto su quest'ordine di idee, modificandole radicalmente. (Vedansi in proposito le lettere al Gren che si pubblicano nei numeri successivi al presente, (17) e (18).

Digitized by Google

Per venire ora più davvicino a codeste sperienze, non mi fa stupore che abbian sorpreso e tirato molti, che prima ne dubitavano, a credere alla supposta elettricità animale, e a dichiararsi apertamente per essa; tutti quelli cioè, che non sono andati più innanzi, e non han fatto il dovuto riflesso alle circostanze. Senza questo dovettero restare sedotti (e chi poteva non esserlo a prima giunta?) dal vedere eccitarsi delle contrazioni più o meno forti in tutti i muscoli delle gambe posteriori di una rana compitamente preparata, con ripiegare semplicemente una di esse gambe, e addurla al contatto de' nervi ischiatici ossia crurali, oppur de' muscoli del dorso.

Codesta è l'esperienza principale, con cui crede VALLI, e credono i Galvaniani tutti vecchj e nuovi, di aver vinta la causa contro di me, e fino di avermi ridotto al silenzio. Altre sperienze consimili son quelle di tenere sospesa pe' piedi la rana con una mano, e con un dito dell'altra o colla lingua toccare i nervi crurali pendenti, o la porzione di spina, che ad essi si è lasciata attaccata; di tener in egual modo sospesa la rana per una gamba, far passare detta spina, o buona parte del tronco, se tutto o quasi tutto è rimasto attaccato (come io pratico perloppiù di lasciarvelo, troncandone la sola testa), nell'acqua di un catino, e portare l'altra sua gamba al contatto dell'acqua medesima; nell'uno e nell'altro de' quali modi succede pure qualche volta di eccitare le convulsioni; come succede in quell'altra maniera descritta già nell'operetta anonima (intitolata *Dell'uso e dell'attività dell'Arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli*), di cui ebbi occasione di parlare nelle note alla 2ª delle lettere che vi scrissi nella primavera dell'anno scorso; la qual maniera consiste in fare che i nervi pendenti, o il pezzetto di spina attaccato vadano a toccare le coscie.

Digitized by Google

Queste e simili sperienze, ove non interviene alcun conduttore metallico, ossia di quelli che io chiamato avea *eccitatori* o *motori*; ove una parte dell'animale medesimo fa tutto l'arco conduttore, o se non lo fa tutto, il resto per compire il circolo è fatto da altri deferenti umidi; tali sperienze, gridano i Galvaniani, sono decisive, perentorie: qui l'elettricità non può ripetersi che dagli organi animali, ne' quali cioè trovisi il fluido elettrico in istato di carica o di disequilibrio, sbilanciato, come pare, tra i nervi e i muscoli in cui quelli s'impiantano, o tra l'interno e l'esterno de' muscoli medesimi, come ebbe per più probabile l'istesso Galvani. E voi, che ne dite, amico? La date così subito loro vinta? O restate ancora perplesso per le tante altre sperienze da me prodotte, nelle quali è pur manifesto che l'elettricità è meramente artificiale, che il fluido elettrico è mosso da causa estrinseca, per un'azione cioè che risulta dal combaciamento di conduttori dissimili? Oppure per far la pace e conciliare le une colle altre sperienze, adottate voi ambidue i principj, e tenete (come opinai anch'io una volta, ma per poco tempo) che quando l'uno e quando l'altro sia la causa delle convulsioni eccitate? Può infatti credersi, che i metalli di specie diversa abbiano realmente nel combaciamento loro co' conduttori umidi la virtù di muovere il fluido elettrico, e che ad una tal'azione, alla corrente elettrica quindi eccitata, troppo debole per potersi manifestare co' segni de' comuni elettrometri, ma pure più che sufficiente ad irritare i muscoli volontarj, o piuttosto i rispettivi nervi, ed altri molto sensibili, per cui passi raccolta, a siffatta corrente abbastanza attiva si risentano le rane anche preparate da lungo tempo, e già molto debilitate, anche le non intieramente preparate, anche senza averne denudati i nervi, e fino i semplici muscoli staccati di esse, o di qualunque animale, e così pure si risentano i nervi del gusto, della visione ec., come ho scoperto; anzi non può credersi altrimenti in tante e tante sperienze, nelle quali con questo mezzo solamente de' metalli diversi ottener si possono gli accennati effetti; e può credersi nell'istesso tempo, o sospettarsi almeno, che anche talvolta proceda il moto del fluido elettrico da una vera carica o sbilancio negli organi animali, come presumono i Galvaniani, quando cioè si eccitano le convulsioni o con un sol pezzo di metallo, o con due, ma della stessa specie, e fino senza alcun metallo, con un arco cioè di soli conduttori umidi, ossia di 2ª classe, come le novelle sperienze ci mostrano che pur succede talvolta. Quando

Digitized by Google

però si ammetta una tal carica o tensione del fluido elettrico negli organi, dovrà dirsi che sia sommamente debole, e abbia luogo solo per pochissimo tempo, osservandosi che non si eccitano d'ordinario se non convulsioni deboli, e difficilmente, e solo nelle rane preparate di tutto punto e di fresco, e dotate di somma vitalità. Ma infine se basta, come farò vedere e toccar con mano, a spiegare anche queste poche sperienze ambigue il solo principio dell'azione de' conduttori dissimili, principio dimostrato da tante altre prove sperimentali chiare e parlanti, e senza paragone più numerose, a che ricorrere ad un altro principio supposto, e non provato, di un'elettricità cioè propria e attiva degli organi animali? Perchè introdurre due principj affatto diversi per fenomeni dell'istesso genere, e del tutto simili?

Dietro queste riflessioni osservando più attentamente, ed analizzando quelle sperienze, in cui mi riusciva di eccitare le convulsioni nella rana con due armature dell'istesso metallo, e fino con un arco di un sol pezzo senz'altra armatura, venni a scoprire che anche picciole accidentali differenze tra dette armature, o tra i due capi dell'arco metallico, nella tempera cioè, nel polimento ecc. bastavano a dar mossa al fluido elettrico, e ad indurre una corrente del medesimo valevole a scuotere la rana compitamente e di fresco preparata: la qual cosa, ch'io avea verificata con moltissime prove sperimentali, fece il soggetto della 1ª delle lettere già mentovate scrittevi l'anno scorso. Così poi quando alcuni mesi dopo fu richiamata la mia attenzione alle nuove sperienze del VALLI, in cui non entra metallo di sorta, ripetendo e analizzando anche queste con variarle in più maniere, non tardai molto a riconoscere, che qui pure la diversità de' conduttori combaciantisi è necessaria; e che tutto il giuoco dipende da questa diversità: e di tale ulteriore scoperta e spiegazione ne feci parte in lettera fin dal principio del passato inverno al Cav.re BANKS Presidente della Società Reale di Londra, e ad altri miei Corrispondenti; per nulla dire dei molti e nazionali e forastieri, a cui ho mostrate in tutto il corrente anno le sperienze, e che trovandole decisive hanno senza più esitare sottoscritto alla mia opinione.

Non dubito pertanto, che non siate per soscrivervi ancor voi, Collega amatissimo, qualunque sia stato fino ad ora il vostro sentimento, sol che pesiate bene le ragioni, e più le sperienze, che con maggior ampiezza di quello ho fatto con altri vado ad esporvi, e vi piaccia di ripeterle voi medesimo.

Digitized by Google

Quest'ultimo oso dire è necessario: non basta leggere o sentire da altri le descrizioni, bisogna vedere le sperienze, farle, rifarle, cambiando forma e maniera, come ho praticato io, per ritrarne una perfetta convinzione.

Non sarà inutile prima di tutto, ch'io mi trattenga un poco a farvi più da proposito osservare quello, che di passaggio ho già toccato, cioè che non sempre, e a mala pena, anche nelle rane preparate di tutto punto, e solo per poco tempo riescono le vantate sperienze delle convulsioni eccitatevi senza l'intervento di alcun metallo, come avrete diggià voi medesimo provato; laddove coll'applicazione di due conduttori metallici assai diversi, ed anche di un solo metallo interposto però a due conduttori non metallici molto pure diversi fra loro (che è un secondo mezzo da me scoperto poco meno efficace del primo) non si manca mai di ottenere le convulsioni incomparabilmente più forti, e per assai più lungo tempo, e sì anche nelle rane intiere, o preparate per metà, cioè sviscerate soltanto. Son dunque ben poco efficaci tutti que' mezzi in cui non si adoprano gli eccitatori metallici, se è assolutamente necessario per ottener qualche cosa, che la rana sia preparata nella miglior maniera possibile, in guisa cioè che le gambe tengano al tronco per i soli nervi ischiatici, e preparata così di fresco, e piene le sue membra di vitalità; e se non sempre si ottengono le convulsioni neppure con tale perfetta preparazione, e le altre favorevoli circostanze, anzi solo rarissime volte nella maggior parte de' sopra descritti modi.

Più spesso è vero, e per più lungo tempo si ottengono nella maniera descritta per la prima, che è di ripiegare una delle gambe della rana, e addurla al contatto o de' detti nervi ischiativi, pe' quali restano esse gambe attaccate al tronco, o di una parte qualunque carnosa del tronco medesimo; non però sempre neppure nelle rane più vivaci, e ne' primi momenti dopo la dissezione, che sono i più favorevoli: non sempre, dico, si ottengono le convulsioni neppure adoperando in questa maniera: e se si osserveranno le circostanze, nelle quali suol succedere, e quelle in cui non succede mai, o quasi mai l'esperienza, si verranno facilmente a scoprire le condizioni richieste al riuscimento; e queste condizioni ci faran conoscere finalmente la causa vera di tali fenomeni, il principio generale da cui dipendono.

Queste condizioni sono dunque:

Digitized by Google

1° Che il corpo della rana trucidata, scorticata, e finita di preparare, non sia già deterso e netto, come sarebbe lavato nell'acqua, ma anzi sporco, imbrattato in parte almeno di sangue, o di altro umore più o men viscido e tegnente: la qual circostanza, delle membra cioè lorde di sangue si accenna di passaggio dall'istesso Dr. VALLI. In difetto giova intridere a bella posta quella parte della gamba, de' nervi, o del tronco, ove ha da succedere in appresso il combaciamento ossia mutuo contatto, con scialiva, come ha notato l'anzidetto autore, con acqua salata, con orina, con muco, con diversi succhi ecc., o meglio con sapone stemperato in poca acqua, o assai meglio ancora con liquori acidi od alcalini concentrati, come ho trovato io nel moltiplicare e variare in mille modi codeste sperienze, e come vi sarà facile di verificare.

2° Che il contatto de' nudi nervi ischiatici, e de' nudi muscoli del tronco si faccia, non da qualsivoglia parte della gamba, ma dal tendine in cui termina il muscolo grosso della gamba, ossia il gastrocnemio, il qual tendine o ligamento passando sopra l'articolazione del piede si prolunga fino alle dita, e compare scoperto per tutto quel tratto. È cosa veramente curiosa il vedere come adducendo al contatto de' muscoli dorsali anche intrisi di sangue o di altro umore viscido o salino, i muscoli delle coscie, niente di ordinario succede; e niente pure facendo a quelli combaciare l'istesso muscolo gastrocnemio al disopra della sua metà, cioè per tutta quella parte ch'esso si mostra puramente carnoso, e che all'incontro facendolo toccare al disotto, cioè per la parte in cui il muscolo medesimo degenera in sostanza tendinosa, e presenta una superficie bianchiccia di un lucido di perla, nascono le convulsioni. Convien dunque imprimere sopra i muscoli del tronco, o sopra i nervi ischiatici l'estremità di detto muscolo gastrocnemio, o l'articolazione del piede, o il resto ove compar fuori il gran tendine, cioè portare al detto combaciamento qualche punto di quel lungo tratto bianco, e non altrimenti, se ottener si vogliono le convulsioni: le quali neppure con ciò si ottengono sempre, anzi non mai, o quasi mai, se anche l'altra condizione non vi si ritrova, cioè dell'umor viscido o salino interposto.

In prova di ché, se lavisi ben bene la rana preparata con acqua netta, non servirà più a nulla neppure il contatto fatto sopra i muscoli dorsali colle parti tendinose bianche della gamba. Che se pure succeda alcune volte di eccitare così delle convulsioni anche dopo

Digitized by Google

tal lavatura, si può credere, che tuttor vi sia dell'umore eterogeneo aderente: infatti quando dopo aver lavata la rana una sol volta, e per poco tempo, mi è succeduto per accidente di poter ancora eccitarvi le convulsioni nel modo indicato, non le ottenni più dopo una seconda lavatura più accurata, in cui venni stropicciando bene le parti, massime il dorso, e i contorni delle ferite.

Vi vogliono dunque ambedue le condizioni, e dell'umore eterogeneo interposto, e dell'eterogeneità, dirò così, delle parti animali che si affacciano, che non siano cioè queste troppo simili, come muscolo e muscolo, massime d'eguale struttura e consistenza, ma differiscano anzi notabilmente; e la differenza che trovo più conducente è quella appunto tra tendine e muscolo o tra tendine e nervo (quella tra muscolo e nervo non lo è tanto); siccome la differenza, che fa meglio tra questi conduttori animali, e il terzo che dee trovarsi ad essi interposto nel venire al contatto, e compiersi il circolo, è che questo terzo corpo preso di mezzo sia un umore viscido o salino, o meglio sapone stemperato, o meglio ancora alcali reso appena liquido, come già ho indicato.

Or queste circostanze e condizioni richieste all'uopo di destare le convulsioni nelle rane puntualmente preparate senza l'intervento di alcun metallo, o conduttore della 1ª classe, bastano già a mostrare, che non procede dunque la corrente del fluido elettrico eccitatrice di tali convulsioni da alcuna scarica o mossa data al fluido dagli organi animali; giacchè per qual ragione succederebbe siffatta scarica soltanto portando al contatto dei muscoli del tronco, o dei nervi ischiatici le parti tendinose della gamba, e in niun modo facendovi toccare nella stessa foggia le parti muscolari ossia le carnose e molli dell'istessa gamba, o delle coscie, quando il circolo conduttore sarebbe in questo caso compito egualmente, ed egualmente atto, anzi meglio, per essere più corto, e per essere quelle parti appunto perchè più molli e succose, più deferenti che il duro tendine, e men umido? E per qual ragione ancora non succederebbe, facendosi il contatto immediato di qualsisia parte della gamba coi muscoli dorsali, senza l'interposizione di un terzo corpo deferente diverso dall'una e dall'altra sostanza animale, e diverso dall'umor acqueo, senza l'interposizione, dico, di un umor glutinoso e salino? E non dovrebbe anzi succedere assai meglio coll'applicazione immediata della gamba ai muscoli dorsali, che frapponendosi tal terzo corpo, il quale ben

Digitized by Google

lungi dal rendere più facile e spiccia la via conduttrice già alquanto resistente per essere le istesse sostanze e umori animali deferenti non del tutto perfetti, non può che renderla vieppiù resistente, sendo esso pure che si trammezza un conduttore imperfetto? Or come dunque moltiplicando i conduttori imperfetti, formando l'arco di tre di questi invece di due, si faciliterebbe la supposta scarica e tragitto del fluido elettrico? Come anzi in questo modo solamente avrebbe luogo essa scarica e tragitto, tale almeno da convellere la rana, e non nell'altro modo, del contatto cioè immediato della gamba, che pur dovrebbe essere più adatto?

Se ciò, come vedesi, è un paradosso inesplicabile stando alle idee che abbiamo delle cariche elettriche, e de' conduttori considerati semplicemente come tali, ossia come corpi permeabili al fluido elettrico, e non altro; se, dico, non possono conciliarsi in alcun modo con queste idee, anzi si contraddicono manifestamente gli enunciati fenomeni, convien dunque ricorrere ad altri principj, e abbandonata tal supposizione di carica o sbilancio qualsiasi di fluido elettrico ne' nervi e muscoli della nostra rana preparata, considerare i conduttori, di cui si tratta, sotto un altro aspetto, riguardarli cioè al dippiù come *eccitatori* o *motori*, val a dire dotati della maravigliosa virtù di concitare il fluido elettrico, impellerlo, smuoverlo, tosto che vengano al contatto, e si combacino alcuni tra di loro di diversa specie, come appunto nelle sperienze testè descritte. Volgete e rivolgete la cosa in tutti gli aspetti, quest'è l'unica maniera di spiegare tali sperienze, ed infinite altre, che si riducono al medesimo principio, come farò vedere.

Ma che? saranno anche i conduttori non metallici, i conduttori liquidi, o contenenti in qualsisia modo umore, che chiamo conduttori di 2ª classe, saranno anch'essi combinati fra loro soli, *eccitatori*, come lo sono i metalli conduttori di 1ª classe combinati assieme a quelli di 2ª? Godranno anche tali conduttori di 2ª classe dell'istessa virtù? Sì certo; ma in grado molto inferiore, cedendo per tal riguardo ai conduttori metallici, come cedono loro anche rispetto a tal facoltà conduttrice. Io ebbi queste idee fin dal principio, e le spiegai ad alcuni amici e corrispondenti, fra' quali al sig. Abate TOMMASELLI di Verona, e al Dr. VAN MARUM celebre Fisico Olandese in alcune lettere scritte nell'estate del 1792; dall'una o dall'altra delle quali vi ricopierò qualche squarcio a pie' di pagina, acciò vediate s'io non

Digitized by Google

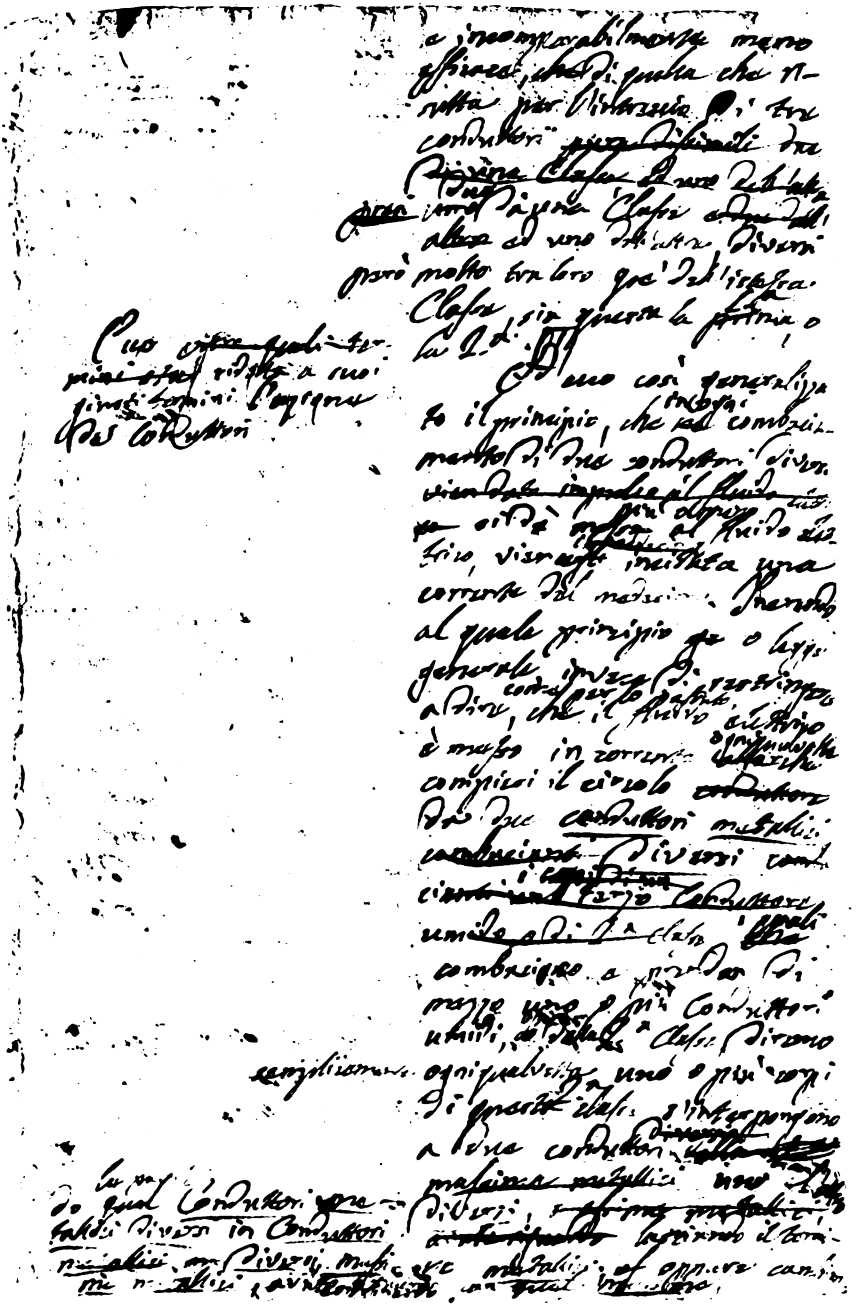
inclinava a credere, e tenea quasi per fermo, che anche nel combaciamento de' conduttori umidi, ossia di 2ª classe, sol che fosser diversi fra loro, veniva dato impulso al fluido elettrico, non altrimenti che nel combaciamento de' metalli, o conduttori di 1ª classe coi detti umidi.

. . . . . .

. . . . . .

Ed ecco così generalizzato il principio, che in ogni combaciamento di conduttori diversi nasce un'azione, che dà mossa più o meno al fluido elettrico, tantochè ove compiasi il circolo da tre appunto quali essi sieno, purchè diversi, una qualche corrente, o mediocre, o debole, o debolissima di esso fluido viene sempre incitata. Inerendo al quale principio, o legge generale da me scoperta, e che tutto concorre a stabilire, invece di restringerci a dire, come per lo passato, che il fluido elettrico è messo in corrente ogniqualvolta due conduttori metallici diversi comunicando fra loro o immediatamente o per altri metalli, combaciano e prendon di mezzo uno o più conduttori umidi, ossia della 2ª classe, continui; diremo semplicemente e in generale: ogniqualvolta uno o più conduttori continui di questa 2ª classe s'interpongono a due diversi e tra loro, e col corpo che combaciano; lasciando fuori il termine *metallici*, che pone una certa limitazione non troppo giusta, oppure cambiando le parole *conduttori metallici diversi* in *conduttori diversi, massime metallici*, o di 1ª classe; col quale *massime* e si conserva la prerogativa, che fin nelle prime Memorie ho attribuita a tali conduttori di 1ª classe, di essere cioè eccitatori, o motori che dir si voglia, per eccellenza; e l'istessa virtù in grado molto inferiore si concede pur anche a quelli di 2ª classe, come fu già mio pensiero, e come viene finalmente dimostrato, che la possiedono diffatti, ma appunto debole assai, dalle sperienze sopra addotte; intorno alle quali mi propongo di trattenervi ancora in un'altra lettera, che seguirà dappresso la presente.

Digitized by Google



Riproduzione dell'Autografo dello scritto riportato alla *pag.* 183.

Digitized by Google

Digitized by Google

(17)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XVIII** (*A*)

Dall'

ESTRATTO DI LETTERA
DEL PROFESSORE VOLTA
AL PROFESSORE GREN DI HALLA

– Como, 1° Agosto 1796 –

NOTA.

Di questa lunga lettera si pubblicano le parti più importanti.

In una prima parte dell'analisi di un certo numero di tipi di combinazione di conduttori di prima e seconda classe, il Volta conclude che i fenomeni galvanici si ottengono quando si disponga di un circuito di due conduttori diversi e della stessa classe, che da una parte si trovino a contatto fra loro, e dall'altra serrino in mezzo uno o più conduttori di seconda classe.

Segue poi lo studio di altri tipi di combinazioni che portano il Volta a concludere che si ottengono i fenomeni galvanici in un circuito

Digitized by Google

formato da: due conduttori di 1ª classe e da uno di 2ª classe *ovvero da:* due conduttori di 2ª classe e da uno di 1ª classe.

Indi, nell'ultima parte della lettera il Volta considera particolari tipi di combinazione di conduttori di 2ª classe, coi quali si possono eseguire esperienze i cui risultati corrispondono a quelli delle esperienze del Valli.

Da tutte queste considerazioni il Volta conclude che nel galvanismo tutto è conseguenza della elettricità artificiale posta in moto dal contatto di conduttori diversi.

Digitized by Google

§ I. Riempite una tazza di stagno con acqua di sapone, con latte di calce, o meglio con una lisciva discretamente forte, indi avendo impugnata codesta tazza con una od ambedue le mani umettate d'acqua semplice, intingete l'apice della lingua nel liquore: vi farà sorpresa l'inaspettata sensazione, che proverà la vostra lingua di un *sapore acido* al contatto del *liquore alcalino*. Un tal sapore agro vi si farà sentire deciso, ed anche forte per alcuni istanti; ma poco a poco andrà cambiandosi in un sapore differente, più salato e piccante che acido, tantochè alla fine diverrà acre e del tutto alcalino, a misura che il liquore penetra la lingua, e che l'attività del sapore suo proprio, la sua azione chimica più fortemente spiegata la vince da ultimo sopra la sensazione di sapore acido cagionata dalla corrente di fluido elettrico, che va dall'interiore della tazza di stagno al liquore contenuto, entra per la punta della lingua, ed attraversando questa e parte della persona, ritorna al medesimo metallo, ripassa nel liquore ec. e mantiene per tal guisa una circolazione perpetua.

§ II. Gli è così, che io spiego questo curioso fenomeno secondo i miei principj già esposti in altri scritti: e di vero non può trovarsi altra spiegazione. Tutto infine conferma ciò che ho avanzato e provato in mille maniere, cioè: che il combaciamento di *conduttori diversi*, singolarmente dei conduttori metallici, compresevi le piriti e altre miniere, e il carbone di legna, che ripongo tutti nella medesima classe de' conduttori metallici, e chiamo conduttori secchi, o di prima classe, il combaciamento, dico, di cotai conduttori fra loro e con altri conduttori umidi, o contenenti qualche umore, che assegno ad una seconda classe, scuote, spinge, incita in qualsisia modo il fluido elettrico. Non mi domandate per anco il come ciò siegua: basta al presente, che questo sia un fatto, e un fatto generale.

Digitized by Google

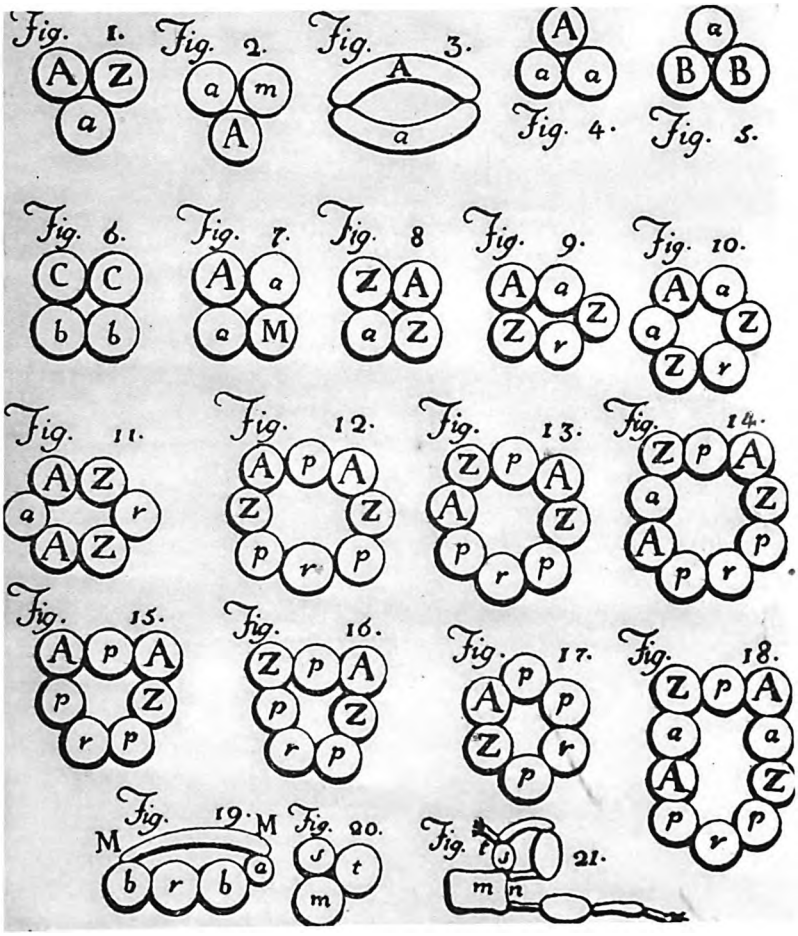
§ III. Questo incitamento, questa mossa, che vien data al fluido elettrico in virtù di tali combaciamenti, sia attrazione, ripulsione, o impulso qualunque, è differente o ineguale sì per i differenti metalli, che per i differenti conduttori umidi, di maniera che se non la direzione, almeno la forza con cui viene spinto o sollecitato il fluido elettrico è differente, quì dove il conduttore A si applica al conduttore B, e là dove si applica a un altro C. Tutte le volte adunque che in un circolo compito di conduttori se ne trovi od uno della seconda classe interposto a due della prima differenti fra loro (uno o più corpi acquosi comunicanti, i quali propriamente non ne formano che uno, fra due metalli di differente specie, per es. argento e piombo, che comunicano immediatamente fra loro, o per mezzo di altri metalli), o reciprocamente uno della prima classe interposto a due della seconda pur diversi fra loro (e. g. un pezzo d'argento, di stagno o di zinco fra l'acqua od un corpo imbevuto d'umor acquoso da una parte, ed un liquore mucillaginoso, saponaceo o salino dall'altra) in tutti, dico, questi casi si stabilirà, giusta la forza prevalente in un senso o nell'altro, una corrente elettrica, una circolazione di questo fluido da destra a sinistra, o da sinistra a destra; la qual corrente non cesserà, che interrompendo il circolo, e cessata si ristabilirà tosto, e tutte le volte, che il detto circolo sarà di nuovo completato ec.

§ IV. Queste due maniere o combinazioni opposte amo di rappresentarle colle figure simboliche o tipi quì annessi (fig. 1 e 2), in cui le lettere majuscole indicano i differenti Conduttori o *Motori* della prima classe, e le minuscole quelli della seconda classe.

§ V. È chiaro per se ed è quasi inutile ch'io vi faccia rimarcare, che se il circolo è formato di due sole specie di Conduttori, per quanto differenti essi sieno e qualunque sia il Numero de' pezzi di cui ciascuno di essi è composto (fig. 3, 4, 5 e 6), due forse eguali trovandosi allora in opposizione, cioè il fluido elettrico venendo spinto e sollecitato egualmente in due sensi contrarj, non può determinarsi alcuna corrente da destra a sinistra, o da sinistra a destra, capace di eccitare alcuna sensazione o moto muscolare.

§ VI. Ma neppure facendo entrare nel Circolo tre o più conduttori diversi, e d'ambo le classi, si ottiene sempre e in tutti i modi l'aspettato effetto del sapor sulla lingua, delle convulsioni nella rana ec., giacchè vi hanno delle combinazioni in cui le forze controbilanciandosi egualmente che ne' casi del § precedente, non ha luogo

Digitized by Google



Riproduzione delle figure richiamate nel § IV e seguenti (*pag. 184*).

Digitized by Google

Digitized by Google

alcuna corrente elettrica, almeno tale, che possa fare impressione sopra i nervi i più delicati, o eccitare convulsioni nella rana la meglio preparata compresa nel Circolo, tuttochè v'intervengano due o più metalli differenti. Ciò accade allorquando ciascuno dei metalli trovasi interposto a due conduttori umidi, ossia della seconda classe, e presso a poco della medesima specie, come nella (fig. 7), od anche quando entrino nel circolo conduttore tre pezzi, due dello stesso metallo, ed uno di un altro, combinati in maniera, che questo trovisi interposto a que' primi, come nella fig. 8.

§ VII. Che se il pezzo metallico intermedio *A*, applicato immediatamente con un capo a l'uno dei due pezzi *Z*, non venga a toccare immediatamente l'altro *Z*, ma bene coll'interposizione di un Conduttore della seconda classe qualunque sia, grande o piccolo, sia e. g. uno strato, ed anche una semplice goccia d'acqua, di scialiva, di sangue, un pezzo di carne umida, cruda o cotta, di fungo non secco, di gelatina, di colla di farina, di sapone, di formaggio, di bianco d'uovo liquido o indurito; in questa nuova combinazione rappresentata dalla fig. 9 siccome un Conduttore della seconda classe, *a*, si trova interposto ai due della prima *A Z*, intanto che l'altro *Z* tocca immediatamente lo stesso *A*, le forze non trovandosi più controbilanciate, come nel caso precedente della fig. 8, ciò basta perchè venga mosso il fluido elettrico, e tratto in giro: che però se *r* (fig. 9) sia una rana preparata, verrà violentemente scossa tutte le volte che compirassi un tal circolo.

§ VIII. Vi è facile, Signor mio, di scorgere, che queste ultime sperienze dinotate dalle figure ossia tipi 8 e 9 rivengono a quelle pubblicate dal Consiglier Humboldt, in cui una gocciola d'acqua o un pezzettino di carne fresca, e fino uno strato sottilissimo di umore qualunque, l'alito solo della bocca, fanno tutta la magìa: sperienze ch'egli descrive in una sua Lettera al Professore Blumenbach in Giugno 1795, la quale si trova inserita nel vostro esimio Giornale di Fisica Tom. II, pag. 115, sperienze finalmente, che dedotte dai miei principj, e diversificate in mille maniere, mi erano familiari già da alcuni anni.

§ IX. Che se s'interponga un'altra goccia d'acqua o un conduttore qualunque acquoso ossia di seconda classe, fra l'altro capo di *A*, e l'altro pezzo corrispondente di *Z*; onde risulti la fig. 10, allora ciascun pezzo metallico trovandosi isolato, voglio dire compreso

Digitized by Google

tra due conduttori acquosi, ecco di nuovo le forze da destra a sinistra, e da sinistra a destra contrabilanciate da per tutto, ecco impedita perciò la corrente elettrica; e conseguentemente la rana, che può essere uno o l'altro dei tre conduttori di seconda classe *a a r*, o farne parte, restarsene immobile.

§ X. È dunque di assoluta necessità per ottenere le convulsioni nella rana, il sapore sulla lingua, la sensazione di luce nell'occhio ec.: che i due metalli o conduttori della medesima classe, diversi tra loro si trovino in contatto immediato da una parte, che formino insomma un arco metallico eterogeneo continuo, e che tocchino da un'altra parte ciascuno, e serrino in mezzo quello o que' conduttori della seconda classe che formano l'altro arco.

. . . . . .

Ediz. Naz. - VOL. I - *Pag. 410.*

. . . . . .

§ XLVIII. Oltre le due maniere considerate fin qui di eccitare una corrente elettrica, cioè pel mezzo d'uno o più conduttori umidi, o di seconda classe, interposti tra due metalli o conduttori della prima, contigui e differenti fra loro; oppure inversamente per mezzo di un conduttore di questa prima classe frapposto a due della seconda pur differenti e contigui; delle quali due maniere vi ho espressi i tipi nelle fig. 1, 2; oltre queste due, vi ha una terza maniera d'incitare similmente il fluido elettrico, sebbene ciò siegua con molto minor forza, a segno che giunge appena a scuotere una rana compitamente preparata, e fornita ancora della maggior vitalità. Questa nuova maniera consiste a far entrare nel circolo pur anco *tre conduttori diversi*, quantunque tutti della seconda classe, tutti conduttori umidi, senza l'intervento cioè di alcuno della prima, di alcun metallo: ciò che si è creduto fare una forte obiezione e portare un gran colpo ai miei principj.

Digitized by Google

§ XLIX. La figura simbolica o tipo, che rappresenta corrispondentemente alle due prime questa terza maniera, è la fig. 20, che vuolsi confrontare colle fig. 1 e 2. Nelle sperienze prodotte con tanta aria di trionfo dai *Galvaniani*, e singolarmente dal Dr. Valli, in cui compiesi il circolo col solo corpo ossia membri preparati nella rana (osservate la fig. 21 analoga alla fig. 20, ma in cui per maggiore chiarezza è in qualche modo delineato il corpo della rana preparata) è una parte della gamba, e propriamente l'estremità del muscolo gastrocnemio, cioè la sua parte tendinosa dura e lucente; *m* il tronco o i muscoli dorsali, sui quali oppur sopra i nervi ischiatici *n*, vuolsi ripiegando bellamente essa gamba, appoggiare detta sua parte tendinosa; *s* il sangue o l'umor viscido, saponaceo, salino, interposto al luogo di tal contatto.

§ L. Questa nuova maniera, in cui non entra alcun metallo, o conduttore di prima classe è stata da me ampiamente esaminata, estesa e spiegata nella terza e quarta lettera all'Ab. Vassalli, scritte l'autunno e l'inverno scorsi, l'ultima delle quali non è stata ancora pubblicata, ch'io sappia nei Giornali, ma fu comunicata egualmente che l'antecedente all'Accademia delle Scienze di Torino. In queste lettere, siccome pure in altre scritte ad altri miei dotti corrispondenti, fo vedere: che non è già indifferente qualunque parte della gamba e qualunque parte del tronco della rana ben preparata si adducano al contatto; ma che facendosi questo in certi punti succedono le convulsioni, in altri no: che appunto succedono quando, come nella fig. 21, si fa toccare ai nervi ischiatici, od alle carni del tronco l'estremità del muscolo gastrocnemio ove già trasformasi in tendine, oppure l'istesso tendine prolungato; e non mai, o quasi mai, se si fa toccare ai medesimi la parte carnosa e molle dell'istesso muscolo gastrocnemio, o qualsisia parte della coscia: che inoltre è necessario, che trovinsi o l'una o l'altra delle parti che adduconsi al contatto imbrattate di sangue, o d'altro umore viscido o salino, abbastanza diverso dall'acqua: che perciò ora succedono, ora non succedono le convulsioni nelle rane, comechè preparate di tutto punto ed eccitabilissime: che quando non succedono per mancanza di tal'umore viscido o salino, per esser troppo nette, o lavate le parti; succedono poi dopo averle a bella posta sporcate di sangue o intrise di scialiva, di acqua salata, o meglio di un forte liquore alcalino.

Digitized by Google

§ LI. Per convincervi quanto sia necessaria questa interposizione di un umore abbastanza diverso dall'acqua tra la parte tendinosa della gamba, e la parte carnosa del tronco, o la molle dei nervi ischiatici, che si adducono al contatto, quanto, dico, sia necessario ad ottenere le convulsioni, che al luogo di tal contatto si frammezzi un tal'umore, vi basteranno le seguenti sperienze.

Avendo preparata appuntino e di fresco una rana, provate se ripiegando una o l'altra gamba della medesima in modo di portare il già nominato tendine in contatto di qualche parte del tronco, o dei nervi crurali, si eccitino le solite convulsioni. Ciò non vi accadrà nè sempre, nè in tutte le rane, sovente però nelle più vivaci, ove rimaste siano dalla preparazione grondanti o imbrattate almeno di sangue. Quando dunque avete una rana così preparata e disposta che alla prova risponda, cioè vi dia le convulsioni, detergetela e lavatela ben bene in acqua pura; ciò fatto mettetela di nuovo alla prova, e non vi riuscirà più di ottenere le convulsioni. Visto questo, bagnate con una o poche goccie di muco, di acqua salata, di lisciva o meglio di potassa sciolta, o la parte del tendine, o quella del tronco, o dei nervi sopra di cui ha da farsi il contatto, e le convulsioni ricompariranno all'atto di tale toccamento, come prima, e meglio di prima, sebbene trovisi la rana ormai non poco stanca e debilitata.

Riesce egualmente l'esperienza, se invece di bagnare immediatamente le parti delicate della rana col liquor salino, capace di offenderle, massime se egli è un forte alcali, ne inzuppate un pezzetto di spugna, di carta bibula, di esca od altro simile, e postolo in comunicazione o immediata, o mediata per mezzo di un altro umido conduttore, col tronco della rana, adducete poi la gamba della medesima, cioè il solito tendine, al contatto di tale spugna od esca inzuppata di detto liquor salino.

§ LII. Con altre manipolazioni ancora riesce di eccitare le convulsioni nella rana impiegando solamente conduttori umidi o di seconda classe, e niuno della prima, niun metallo: come tenendo immerso il tronco della bestiuola nell'acqua d'un bicchiere o catino, e adducendo quindi al contatto di essa acqua una o l'altra gamba, e propriamente la parte tendinosa tante volte nominata, intrisa del liquor salino: oppure facendo che peschi col tronco in un bicchiere, e colle gambe in un altro, ambedue pieni d'acqua, e compiendo poi il circolo col tenere immerso un dito netto in un bicchiere, e

Digitized by Google

intingere un altro dito sporco sulla punta di alcali od altro liquor salino, nell'altro bicchiere; o invece dei due diti facendo servire d'arco conduttore un pezzo di carne fresca, o un grosso tendine succoso di qualunque animale, una fetta di pomo o d'altro frutto, di polenta, di bianco d'uovo indurito, di cacio, ec., un'estremità del qual arco sia intrisa parimenti d'alcali ec.

Ma assai più di rado si ottengono i moti nella rana con queste preparazioni, che colle altre più semplici descritte ne' precedenti §§; le quali neppur esse, torniamolo a dire, producono sempre l'aspettato effetto; e quando pure il producono, egli non è che in un grado debolissimo a paragone di quello che si produce, ove nel circolo conduttore entrino o due metalli assai diversi, od un solo ma frapposto a conduttori umidi molto diversi. Infatti abbiam veduto, che sì coll'una che coll'altra di queste due maniere si giunge a scuotere fino una rana non finita di preparare, e neppure sventrata; laddove con soli conduttori umidi, o di seconda classe, siano quanto si voglia diversi, appena si riesce e non sempre (come ho fatto riflettere e qui (§ 48), e più di proposito nelle citate Lettere al Vassalli) colle rane preparate di tutto punto e di fresco, che siano cioè al sommo grado eccitabili.

§ LIII. Intanto le condizioni richieste anche in queste sperienze coi soli conduttori umidi o di seconda classe, perchè il fluido elettrico sia messo in una corrente valevole a produrre in qualche modo le convulsioni nella rana, sono sempre, che ne entrino nel circolo *tre* o più ben *diversi* tra loro. Ben lungi dunque che si contrastino, e tendano a rovesciare le mie idee e i miei principj, come si è voluto da taluni far credere, servono anzi mirabilmente d'appoggio ai medesimi, venendo ad estendere e generalizzare il principio da me stabilito, che i conduttori divengano *motori* nei combaciamenti eterogenei, vale a dire di due differenti tra loro; ed a confermare la bella legge, che ne siegue, cioè che fa mestieri ne entrino nel circolo almeno *tre differenti*, perchè si determini una corrente elettrica, ec.

§ LIV. Ecco in che consiste tutto il secreto, tutta la magìa del *Galvanismo*. Ella è semplicemente un'elettricità artificiale, che vi giuoca mossa dai contatti di conduttori diversi. Sono questi che propriamente agiscono i veri originarj *motori*: nè tal virtù compete ai soli metalli, o conduttori di prima classe, come avrebbe forse potuto credersi, ma a tutti generalmente, più o meno, secondo la

Digitized by Google

varia lor natura e bontà, e però in qualche grado anche ai conduttori umidi o di seconda classe. Attenetevi a questi principj e voi spiegherete chiaramente tutte le sperienze fatte fin qui; senza dover ricorrere ad alcun altro principio immaginario d'una elettricità animale propria e attiva degli organi, voi ne inventerete anzi delle nuove, e ne predirete il successo, come ho fatt'io, e continuo a fare tutti i giorni: abbandonate questi principj o perdeteli di vista, e non troverete più in questo sì vasto campo di sperimenti, che incertezze, contraddizioni, anomalie senza fine, e tutto vi diverrà un enigma inesplicabile.

Digitized by Google

(18)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XVIII** (*B*)

Dalla:

LETTERA II

IN CONTINUAZIONE DELLA PRECEDENTE

DEL CITTADINO A. VOLTA

PROFESSORE DI FISICA ALL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

AL PROF. GREN

– Agosto 1796 –

NOTA.

In questa lettera il Volta richiama i diversi modi di ottenere i fenomeni galvanici, e di porre il fluido elettrico in circolazione in un circuito di almeno tre conduttori diversi, i quali sieno:

due di 1ª classe ed uno di 2ª classe;
due di 2ª classe ed uno di 1ª classe;
oppure tutti e tre di 2ª classe

Indi espone le considerazioni che lo hanno condotto a mutar opinione intorno alla sede della forza elettromotrice, ponendo in luce come il potere elettromotore sia:

Digitized by Google

piccolo nel contatto fra due conduttori di 2ª classe;
mediocre nel contatto fra un conduttore di 2ª classe ed uno di 1ª classe
forte nel contatto fra due conduttori di 1ª classe.

accenna poi alle esperienze compiute in proposito col duplicatore di Nicholson.

Si pubblica qui solo la prima parte di questa lettera seconda.

In una terza lettera al Gren (vedasi n. XVIII (C) del Vol. I, Ediz. Naz.) il Volta si propone di giungere agli stessi risultati direttamente coll'uso del suo Condensatore.

Digitized by Google

Ediz. Naz. - VOL. I - *Pag. 417.*

Dopo avervi dato, mio caro Professore, un'idea delle tre maniere, con cui si vengono ad eccitare, in virtù de' semplici combaciamenti di Conduttori dissimili, tanto le contrazioni spasmodiche ne' muscoli, specialmente volontarj, sottoposti alle prove del così detto *Galvanismo*, quanto le sensazioni di sapore, or ossico (acido) or alcalino, sulla lingua, d'istantaneo chiarore nell'occhio, di bruciore nelle piaghe, ed in certe parti dotate di una squisita sensibilità (quali sono gli orli delle palpebre, massime verso l'angolo interno, e la glandola lacrimale); tutti i quali fenomeni, con altri molti, sono scoperte da me aggiunte a quelle di GALVANI: dopo, dico, avervi dato un'idea sufficiente delle tre maniere atte ad incitare, e mettere in corso il fluido elettrico, onde quelle convulsioni e sensazioni; le quali tre maniere o combinazioni si riducono poi tutte a fare entrare nel circolo *tre* almeno *conduttori diversi*; cioè la 1ª *due metalli, o conduttori di prima classe di differente specie*, che toccandosi immediatamente da una parte comunichino dall'altra per mezzo d'uno o più *conduttori umidi*, ossia di *seconda classe*; la 2ª *un solo metallo* frapposto *a due conduttori umidi* tra loro *diversi*, e comunicanti; la 3ª finalmente *tre conduttori umidi*, ossia *della seconda classe*, ma tutti tre *diversi*: dopo essermi esteso in particolar modo sulla 2ª e 3ª maniera, perchè meno conosciute, ritorno volentieri alla 1ª più comune ed usitata dei metalli diversi; intorno alla quale, oltre a quanto ho già esposto sì nel presente, che in varj altri scritti degli anni passati, ho di che trattenervi ancora con osservazioni e sperienze nuove fatte da me in questi ultimi mesi, che mi hanno condotto molto avanti, e che vi piacerà forse di pubblicare nel vostro ricchissimo, e applauditissimo Giornale.

Digitized by Google

§ LV. Ritenuto come cosa, di cui non si può in alcun modo dubitarsi, che nella combinazione di due metalli diversi, i quali con un capo si toccano immediatamente, e coll'altro applicansi ad un conduttore umido ad essi frapposto, si eccita, in virtù di tali combaciamenti, una corrente elettrica, e questa (prendendo per esempio la fig. 1) nella direzione supponiamo *A Z a* (*a*), può domandarsi in quale, e per quale dei tre combaciamenti, che ivi han luogo, venga dato l'impulso al fluido elettrico, che lo determina a tal corrente. È egli nel mutuo contatto dei due metalli *A Z*, e quivi solo, che sorge l'azione incitante esso fluido, che lo sollecita cioè a passare dal primo al secondo? Oppure gli vien dato impulso unicamente, o principalmente ne' rispettivi combaciamenti del conduttore umido *a* col metallo *A* da una parte e col metallo *Z* dall'altra; e determinata vien quindi la corrente perciò, che tali impulsi sieno o cospiranti nell'indicata direzione, ovvero anche opposti l'uno all'altro, ma diseguali in forza? Può concepirsi infatti, che *Z* abbia potere di cacciare il fluido elettrico nel conduttore umido *a*, cui sta applicato; ed *A* potere di tirarlo a sè dal medesimo; e può concepirsi egualmente, anzi con maggiore verosimiglianza, che ambedue i metalli spingano esso fluido in detto conduttore *a* (o qualsisia altro di 2ª classe), che combaciano, e siano così le due azioni, in opposizione; ma che una superi l'altra, quella cioè che muove e incalza il fluido elettrico da *Z* in *a* prevalga all'altra, che lo spinge da *A* in *a*.

§ LVI. Non voglio dissimulare, che in passato io inclinava molto a quest'ultima supposizione, a riporre cioè l'azion movente il fluido elettrico, anzichè nel mutuo contatto de' due metalli diversi, nel combaciamento di ciascun d'essi co' conduttori umidi, o di 2ª classe. E in vero non si può negare, che una qualche azione non abbia luogo in codesti combaciamenti de' metalli co' conduttori umidi; azione or più, or meno forte: come dimostrano tutte le sperienze le quali ho riferite negli antecedenti paragrafi, in cui coll'arco di un semplice ed unico metallo fatto toccare da una parte a dell'acqua, o simile conduttore acqueo, e dall'altra ad un liquore mucilagginoso, salino, ec. si eccitano forti convulsioni nella rana, ec. Con tutto ciò alcuni nuovi fatti, che ho scoperti non ha molto, mi hanno convinto, che nella maniera ordinaria di fare le sperienze del Galvanismo, cioè con due metalli abbastanza diversi, applicati a dei conduttori puramente acquosi, o da questi non gran fatto di-

Digitized by Google

versi, molto più al contatto mutuo di essi metalli vuole attribuirsi, che ai combaciamenti rispettivi co' detti conduttori umidi. Avvegnachè pertanto sia fuor di dubbio, ed esperienze dirette lo provino, come di già si è detto, che una qualche azione si esercita in ciascuno dei contatti di questo e di quel metallo coi conduttori acquosi; egli è dimostrato da molte altre sperienze ancor più chiare e parlanti, di cui verrò tra poco trattenendovi, che un'azione molto più considerabile si spiega ivi appunto, ove i due metalli diversi si toccano immediatamente.

§ LVII. Egli nasce dunque nel contatto mutuo dell'argento per es. collo stagno una forza, un niso, per cui il primo *dà* del fluido elettrico, il secondo lo *riceve*, l'argento tende a versarne, e ne versa nello stagno, ec. Questa forza o tendenza produce, se il circolo è altronde compito per mezzo di conduttori umidi, una corrente, un giro continuo di esso fluido, che va, giusta la direzione sopraindicata (§ prec. e nota ivi), dall'argento allo stagno, e da questo per la via del conduttore o conduttori umidi ritorna all'argento per ripassare nello stagno ec.: se il circolo non è compito, se i metalli trovansi isolati, un'accumulazione di detto fluido elettrico nello stagno a spese dell'argento; un'*elettricità* cioè positiva, ossia *in più* nel primo, ed una negativa, ossia *in meno* nel secondo: elettricità picciola è vero, e al di sotto di quel grado che richiederebbesi per darne segno ai comuni elettrometri; ma che pure sono giunto finalmente a rendere, più che non avrei sperato, sensibile, e fino ad ottenerne scintille, coll'ajuto del mio *Condensatore di elettricità*, e meglio col *duplicatore* a molinello di NICHOLSON fondato sopra gli stessi principj del Condensatore; istrumento al sommo ingegnoso, che voi, amico, conoscete molto bene, e che avete anche descritto nel vostro primo Giornale di Fisica, Tomo II.

. . . . . .

Digitized by Google

Digitized by Google

(19)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XX** (*A*)

Dalla:

LETTERA PRIMA

DEL

CITTADINO N. N. DI COMO

AL

CITTADINO ALDINI

PROFESSORE A BOLOGNA

INTORNO ALLA PRETESA ELETTRICITÀ ANIMALE

NELLE SPERIENZE DEL GALVANISMO

– Como, Aprile 1798 –

NOTA.

In questa lettera il Volta riassume la discussione galvanica dagli inizi sino alle conclusioni esposte nella lettera al Gren (vedansi i precedenti N.). Indi continua le considerazioni che illustrano quanto ha esposto nella lettera al Gren.

Si pubblica solo in parte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Le contrazioni spasmodiche de' muscoli, specialmente volontarj, tanto nelle rane ed altri animali a sangue freddo, quanto in quelli a sangue caldo, eccitate mercè la conveniente preparazione delle parti, e applicazione di acconci conduttori dell'elettricità, scoperta ammirabile del vostro Zio e Collega GALVANI, che ha fatto tanto rumore in Italia e fuori, e che ha eccitato in questi ultimi anni l'ingegno di molti Fisici e Fisiologi a fare sopra tale non meno nuovo e dilettevole, che fecondo soggetto ulteriori ricerche; codesti moti convulsivi e scosse, siccome pure le sensazioni di più o men vivo sapore sulla lingua (sapore tirante all'acido, o all'alcalino, secondo che questo o quello di due metalli diversi, per es. Stagno e Argento, o meglio Zinco e Argento, che si toccano e formano parte del circolo, è rivolto verso l'apice di essa lingua), quelle di momentaneo fulgore negli occhi, di bruciore ne' bordi delle palpebre, nelle piaghe, ecc., che ha ottenuto in seguito con somiglianti artificj, cioè colla combinazione pure di metalli dissimili, il mio compatiota VOLTA, aggiugnendo queste, e tante altre scoperte a quelle del Professore di Bologna; tali moti, dico, e sensazioni, tali sorprendentissimi fenomeni, sono indubitamente occasionati dal fluido elettrico messo in moto, che invade e stimola quelle fibre sensibili ed irritabili, effetti sono immediati o mediati di una *vera Elettricità*; e non meritano neppur attenzione le opinioni di coloro, che vanno ideando, e mettono in scena altro fluido diverso dall'elettrico, o modificano questo in guisa, che non è più lo stesso, non è più il comune genuino fluido elettrico, o tentano altrimenti di spiegare gli anzidetti fenomeni, ed altri analoghi con principj puramente chimici, ec..

Ma credete voi, mio caro ALDINI, credete anche in oggi di buona fede che sia questa un'*Elettricità animale* in senso vero e proprio,

Digitized by Google

cioè originaria e attiva degli organi, mossa internamente dalle stesse forze vitali, come ha preteso già GALVANI, ed altri con lui, e il medesimo si sforza pur ancora di sostenere nell'ultima sua Opera pubblicata mesi sono? Io per me credo, e tengo costantemente, che sia anzi un'*Elettricità* meramente *artificiale*, ed estrinseca, mossa cioè dal contatto mutuo dei conduttori, onde vien formato il circolo, i quali sieno diversi tra loro, o sostanzialmente, o per qualche accidentale differenza: come dalle sue sperienze in mille modi variate è stato indotto a sospettare fin dapprincipio, ed a credere e sostenere in progresso con ogni maniera di argomenti il sullodato VOLTA; e come, venendo con lui, tengono oggi giorno la più parte de' Fisici, massime oltramontani: anzi m'avanzo a dirvi, che la cosa è ormai portata a tal grado di evidenza, che non soffre più contrasto quasi da nessuno; e che le obbiezioni, che move il vostro GALVANI in questa recente sua opera, sono state già tutte prevenute, e sciolte in guisa, che non hanno più neppure quella forza apparente, che potè per avventura imporne a taluno.

I metalli adunque, e gli altri corpi che chiamansi *conduttori*, o *deferenti*, perchè sendo del tutto permeabili al fluido elettrico, il lasciano, qualor trovisi altronde sbilanciato e mosso, liberamente passare e trascorrere per la loro sostanza, e servono così a ricondurlo all'equilibrio, ec.; questi corpi ha scoperto il nostro VOLTA, che posseggono altresì la virtù da niuno prima sospettata in essi, virtù veramente maravigliosa, d'incitare esso fluido elettrico, toglierlo all'equilibrio e al riposo in cui trovisi, smoverlo, impellerlo, col semplice venire a mutuo contatto due di essi di specie diversa. Sono pertanto codesti *conduttori dissimili* (massime i metallici) i veri *moventi* di quell'*elettricità*, che giuoca nelle accennate sperienze del GALVANISMO; dessi sono, che eccitano, mercè il loro combaciamento, la corrente elettrica per tutto il circolo o catena continua di comunicazione; la qual corrente incontrando sul suo passaggio que' tali nervi e muscoli irritabili, che fan parte ossia anello di tal catena, ne li stimola e scuote conformemente alla loro indole eccitabile, onde le rispettive sensazioni, e moti muscolari. Insomma codesti *organi animali* sono, relativamente alla mossa del fluido elettrico, non già attivi, come sostiene GALVANI, ma meramente *passivi*: e sono al contrario *attivi*, volerlo o non volerlo, *i conduttori dissimili*, massime i metallici; ai quali il VOLTA dà a proposito e a tutta ragione il nome di eccitatori, o motori.

Digitized by Google

Si dice *dissimili*: perchè, acciò i conduttori la facciano a un tempo anche da motori nel mutuo loro contatto, vogliono essere effettivamente diversi; sia la differenza grande, e sostanziale, sia accidentale e picciola, limitata alla sola superficie, o a pochi punti del contatto· come ha provato esso VOLTA con molte sperienze riportate nelle diverse sue Memorie sopra tal soggetto. E si dice *massime metallici*: perchè, come i metalli (comprendendovi molte miniere, e piriti, e i carboni) sono *conduttori* per eccellenza, così sono anche *motori* i più insigni ed efficaci, sempre inteso ove si tocchino due tra loro diversi, e tanto meglio, quanto più sono diversi: talchè, come parlando di *conduttori*, e non accennando altro, si soleva già intendere comunemente i metalli, senza però escludere affatto gli altri deferenti men buoni; così parimenti parlando dei *motori*, voglionsi intendere specialmente, non però esclusivamente, i metalli: e il VOLTA medesimo, anche allorquando parve limitarsi a questi, non escluse assolutamente gli altri; anzi si spiegò fin dapprincipio in qualche suo scritto (specialmente in una lunga lettera al cel. Fisico Olandese Dr. VAN-MARUM, e in un'altra all'Ab. TOMMASELLI di Verona, scritte ambedue nell'estate del 1792), che inclinava ad attribuire la stessa virtù d'incitare e smovere il fluido elettrico, ad attribuire cotale virtù e forza nuovamente da lui scoperta nei metalli, anche ai conduttori non metallici, a tutti insomma i deferenti umidi, avvegnachè in grado molto minore. E questo poi è ciò, che comprovò alcuni anni dopo con nuove serie di sperienze, e mise in più chiaro lume particolarmente nella sua 3ª Lettera all'Ab. VASSALLI Professore di Torino, scritta in Ottobre del 1795, e pubblicata al principio del 1796 negli *Annali di Chimica* ec. di BRUGNATELLI, e più ampiamente ancora in altre lettere, che formano una lunga dissertazione, al Prof. GREN di Halla, scritta in Agosto del 1796, e pubblicata in detti *Annali* nel corso dell'anno 1797.

Non serve dunque più obbiettare a Volta, come fa nuovamente GALVANI, le sperienze, in cui si ottengono nella rana preparata a dovere i moti spasmodici, le convulsioni e scosse più o men violente, e con un solo ed unico metallo, od anche senza metallo alcuno, o facendo arco conduttore con sole parti animali, coi soli nervi e muscoli di essa rana, ecc.. Tutte queste obbiezioni cadono intieramente, e non doveano più mettersi in campo, dopochè il VOLTA avea ampiamente dimostrato e pubblicato (nelle succitate sue Lettere), che

Digitized by Google

anche i conduttori fluidi, o contenenti qualche umore, ch'ei chiama in generale *conduttori di 2ª classe*, che anche tali conduttori imperfetti, ove sieno diversi di specie, agiscono diversamente sul fluido elettrico, sia combaciando i metalli, o conduttori di 1ª classe, sia combaciandosi tra loro; tantochè basta a smovere, e mettere in corrente esso fluido obbedientissimo ad ogni forza ed impulso, basta a ciò, o che un metallo qualunque compiendo il circolo tocchi da una parte un conduttore umido, e dall'altra un altro conduttore parimenti umido, ma differente dal primo; o che il circolo compiasi anche senza metallo alcuno, senza verun conduttore di 1.ª classe, intervenendo però tre conduttori umidi, ossia di 2.ª classe, tutti tre diversi.

Intorno a che, specialmente riguardo a queste, e molte altre combinazioni di conduttori, o a dir meglio motori d'ambe le classi variamente intrecciati, osservate, amico attentamente, e fate osservare al vostro GALVANI le 20 figure, o tipi, con cui ha il VOLTA corredata la sopracitata sua Memoria al Prof. GREN, esprimenti i casi, ossia le combinazioni, in cui devono succedere, e le combinazioni in cui non devono succedere le scosse o moti muscolari, le sensazioni di sapore, ec.. Questi tipi parlano all'occhio; e le chiare spiegazioni date dal VOLTA dietro ai suoi principj, e il puntuale accordo dei risultati di tante e sì variate sperienze con questi principj, e l'estrema difficoltà, anzi impossibilità di spiegare pur tollerabilmente i risultati medesimi con qualsiasi altra ipotesi, pongono tali principj e spiegazioni nella maggiore evidenza: come vien ora dalla massima parte de' Fisici riconosciuto, e come dichiara fra gli altri il sullodato GREN; il quale ha pubblicata l'istessa Dissertazione Voltiana coi mentovati tipi, ossia figure, nel suo *Giornale di Fisica* in lingua tedesca per il 1.º Trimestre dell'anno scorso, e in seguito ne' suoi *Elementi di Fisica* parimenti tedeschi un estratto della medesima dissertazione, con un bel Saggio ragionato sul GALVANISMO, e sulle diverse opinioni intorno a tal soggetto, nel quale Saggio, ossia transunto che forma un intiero Articolo, decide la questione intieramente e perentoriamente a favore del Volta.

Vi confesso pertanto, che mi ha molto sorpreso, e quasi scandalizzato la sicurezza con cui GALVANI, a fronte di tutto ciò, sostiene ancora la sua prima opinione affatto inconciliabile, e contrappone sul bel principio della recente sua Opera (pag. 3, della 1.ª Memoria) alcune proposizioni ed altrettante del VOLTA, ne' seguenti termini

Digitized by Google

— « Egli vuol la elettricità la stessa, che la comune a tutti i corpi; « io particolare e propria dell'animale: egli pone la causa dello sbi- « lancio negli artifizj, che si adoprano, e segnatamente nella diffe- « renza dei metalli; io nella macchina animale; egli stabilisce tal « causa accidentale, ed estrinseca; io naturale ed interna: egli in- « somma tutto attribuisce ai metalli, nulla all'animale; io tutto a « questo, nulla a quelli, ove si consideri il solo sbilancio » —. Or questo *insomma*, questo negare ai metalli qualsisia virtù o potere di sbilanciare il fluido elettrico, è ciò che mi ha ferito, contraddicendo, non solo a tanti argomenti e prove moltiplicate dal VOLTA sul soggetto del GALVANISMO, ma a fatti ben anche, e sperienze dirette, indipendentemente dal GALVANISMO; colle quali il medesimo avea già mostrato che il semplice combaciamento di due metalli diversi, e. g. Stagno e Argento, produce un notabile sbilancio di fluido elettrico, una vera *elettricità positiva*, ossia *in più* nell'uno, *negativa* ossia *in meno* nell'altro, elettricità valevole a dar segni, non che ai sensibilissimi elettroscopj animali, quali sono gli organi e membri della rana preparata, ec., ma agli elettrometri comuni ben anche, che sieno abbastanza sensibili, a quello cioè di BENNET a listerelle di foglietta d'oro, e ai suoi a paglie.

Queste sperienze fuori del GALVANISMO, nelle quali cioè non entra alcun corpo od organo animale, e si adoprano soli metalli, le facea già il VOLTA verso l'estate del 1796 e mostrolle a me, ed a molti intelligenti, fra' quali ai valenti Fisici Francesi BERTHOLLET e MONGE nel susseguente autunno, dopo che ne avea fatto parte ad altri suoi corrispondenti, segnatamente a GREN nelle già mentovate lettere scrittegli in Agosto, le quali poi comparvero pubblicate al principio del 1797, nel *Giornale di Fisica* di esso GREN, come si è già detto, e non molto dopo negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI, che si stampano in Pavia.

Son persuaso, che GALVANI ignorava tali sperienze affatto decisive, quando pubblicò la sua ultima Opera poco dopo la metà dello stesso anno 1797: nè io voglio fargli carico di questo. Ma ignorava egli ancora ciò che il VOLTA aveva esposto, e lungamente ragionato nella sua 3ª Lettera all'Ab. VASSALLI, pubblicata nell'istesso Giornale Pavese al principio del 1706. Pare veramente, che lo ignorasse, mentre s'attacca a combattere una spiegazione, che esso VOLTA avea data nella Lettera 2.ª, pubblicata due anni prima nell'istessa

Digitized by Google

opera periodica, delle convulsioni che si eccitano in una rana preparata, i di cui nervi ischiatici pendenti si adducano al contatto delle nude carni delle coscie, e di altre simili sperienze, in cui non s'adoprano metalli, eppur si ottengono le convulsioni, ricorrendo cioè in tali casi ad uno stimolo prodotto da urto meccanico, ec.: s'attacca, dico, GALVANI di proposito a combattere tale spiegazione azzardata allora dal VOLTA, e in vero poco plausibile, la quale, dalla maniera con cui venne avanzata può anche dirsi che fosse semplicemente un sospetto; e nulla accenna, che il medesimo l'avesse poi abbandonata, e sostituitavi altra spiegazione più soddisfacente e analoga ai fenomeni di questo genere, qual è, che anche pel combaciamento tra loro di conduttori non metallici, di conduttori umidi, o di 2.ª classe, ove sian questi dissimili, vien incitato, e messo in moto il fluido elettrico; che anch'essi in una parola i conduttori umidi, sono, come i metalli, *eccitatori* o *motori*, sebbene in grado molto minore, e affatto debole, ec.. Questa cosa, che forma il principale soggetto di detta Lettera 3.ª al VASSALLI, viene ancora più sviluppata dal VOLTA nelle altre succitate lettere a GREN, ove pone sott'occhio tralle figure ossia tipi, di cui si è già parlato, anche quello rappresentante la combinazione di tre conduttori umidi dissimili ec..

Non accade dunque più, torno a dire, obbiettargli le sperienze, in cui si ottengono nella rana compitamente preparata le convulsioni, sia con un solo ed unico metallo interposto a parti animali, o ad altri conduttori umidi dissimili, sia anche senza metallo alcuno, facendo cioè arco di comunicazione e compiendo il circolo con soli conduttori umidi di 2.ª classe fra loro diversi, con sole sostanze animali. Non accade moltiplicare e variare somiglianti sperienze, e menarne rumore, predicandole, siccome esenti da ogni sospetto di elettricità artificiale ed estrinseca, così favorevoli e decisive per l'elettricità animale propria ed interna. Siffatte obbiezioni sono già prevenute, e abbastanza distrutte da VOLTA; e le sue spiegazioni fondate sempre sopra il medesimo generale principio, della facoltà cioè che hanno i *conduttori dissimili* non solo di 1.ª, ma anche di 2.ª classe, d'incitare e mettere in corso il fluido elettrico, soddisfano a tutti gl'indicati casi, e combinazioni.

Digitized by Google

(20)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XX** (*B*)

Dalla:

LETTERA SECONDA

DEL

CITTADINO N. N. DI COMO

AL

CITTADINO ALDINI

– Como, Aprile 1798 –

NOTA.

Questa seconda lettera all'Aldini, presenta una particolare importanza, perchè è l'ultima nota polemica che precede all'invenzione della pila (fine 1799).

Digitized by Google

Digitized by Google

Sciolte intieramente le obbiezioni di GALVANI, e pochi suoi seguaci, si sostiene dunque e trionfa l'opinione del VOLTA; il quale stabilendo che i *Conduttori diversi* tra loro, massime i metallici, ove si combacino, la fanno insieme da veri *eccitatori* o *motori* di elettricità, deduce da questo solo principio, e spiega tutti gli effetti, che da' Galvaniani si sono attribuiti ad una supposta elettricità animale, proveniente cioè dalle proprie forze organiche. Non è pertanto da maravigliarsi se questo suo sentimento, che riduce tutto ad un'elettricità artificiale ed estrinseca, venne dove più presto, e dove più tardi, addottato alla fine dalla comune dei Fisici, massime oltramontani. In Italia solamente dai Bolognesi, e da qualche Toscano incontrò, fino ad ora delle forti e decise opposizioni; che pure si sarebbe creduto dovessero cessare, dopo che il medesimo mise in campo, e pubblicò, son circa due anni, una serie di nuove bellissime sperienze, le quali provano direttamente, e pongon sott'occhio tal forza motrice, cotale spostamento del fluido elettrico pel semplice mutuo contatto di conduttori appunto dissimili: sperienze indipendenti dal Galvanismo, e di un altro ordine, per dir così, delle quali avendovi io dato soltanto un breve cenno nella precedente lettera, mi propongo ora di trattenervi, dolce e cortese amico, più di proposito.

E primieramente quanto ai conduttori metallici, e di 1.ª classe, che sono anche in linea di *motori* assai più eccellenti che quelli di 2.ª, ha il nostro VOLTA resa sensibile all'elettrometro l'accumulazione di fluido elettrico, che fassi in un metallo a spese di un altro, nello stagno e. g. a spese dell'argento, per virtù di tale mutuo contatto; ha reso sensibile cotesto sbilancio, cotesta elettricità artificiale per tal semplice mezzo prodotta, sensibile, dico, e misurabile

Digitized by Google

ai comuni elettrometri, prima coll'aiuto del *Duplicatore* (istromento fondato sopra gl'istessi principj del suo *Condensatore*, e che altro non è propriamente che un Condensatore o Collettore composto) poi col Condensatore semplice; poi anche senza dell'uno e dell'altro: ecco come.

Egli applica un piattello d'Argento del diametro di 2 in 3 pollici, cui sostiene per un manico isolante (formato da un bastoncino di vetro incrostato di buona ceralacca) ad un simile piattello di stagno non isolato, ambedue ben tirati, in guisa che si combaciano a dovere, del che sarà segno se manifestino una notabile adesione fra loro: pochi momenti, od anche un sol istante dopo, stacca ad un tratto, e in direzione perpendicolare l'un piattello dall'altro, in guisa cioè di tenere parallele fra loro le faccie fino a che ne sia compita la separazione; e tosto porta esso piattello d'argento isolato a toccare l'uncino o cappelletto di un sensibilissimo elettroscopio a listerelle di foglia d'oro: ed ecco che queste fogliette acquistano qualche divergenza, per un qualche grado di elettricità, che loro comparte detto piattello; il quale, come si vede, non ha potuto esso medesimo acquistarla, che nel previo suo combaciare lo stagno, e in virtù di tale combaciamento.

La divergenza, che prendono i pendolini dell'elettroscopio per un solo di tali toccamenti è poca cosa, e riesce quasi impercettibile, arrivando difficilmente a scostarsi di ½ linea, o di $^3/_4$ le loro estremità. Quindi anche sian lungi tali pendolini, ossia fogliette d'oro, 2 buoni pollici, e sieno delle più sottili, che si preparino dal battiloro, ma col ripetere il giuoco, cioè coll'applicare nuovamente l'un contro l'altro i due piattelli, staccarli nell'indicato modo, e ritoccare con quello che tiensi isolato il cappelletto dell'ettroscopio, col reiterare, dico, tal giuoco a dovere, quattro, cinque, sei volte, giunge il VOLTA a portare la divergenza ad 1 linea, e fino ad 1 ½.

La sperienza riesce ancor meglio adattando e fissando a vite l'istesso piattello d'argento sulla testa dell'elettroscopio; applicandovi poi sopra a combaciamento l'altro piattello di stagno munito del braccio isolante, staccando indi questo a riprese, e con acconci toccamenti del dito, o d'altro conduttore, spogliandolo ogni volta, avanti rimetterlo, di quel poco di elettricità che acquistò nel precedente combaciamento: riesce, dico, così di far divergere le fogliette dell'elettroscopio portante il piattello d'argento a buone linee, ed anche un poco più.

Digitized by Google

Ciò che si ottiene portando il piattello d'argento a combaciare uno di stagno, si ottiene puranco portandolo a combaciare un piattello di zinco: anzi l'effetto è considerabilmente maggiore, talchè arriva il VOLTA a far divergere le fogliette dell'elettroscopio, a 2, 3 linee, ed anche più.

Or quella elettricità, che giunge a produrre una divergenza di 3 linee, di 2 ed anche un poco meno nei pendolini di un elettrometro, è ben abbastanza forte per rendersi osservabile, e manifestarci senza equivoco di quale specie ella sia se *positiva* ossia *in più*, o *negativa*, ossia *in meno*, osservando cioè, se cresca o scemi cotal divergenza coll'accostare all'elettrometro medesimo un bastoncino di vetro, od uno di ceralacca eccitati collo stropicciamento. Or dunque trovasi essere costantemente *negativa* nel piattello d'argento, che ha combaciato lo stagno e lo zinco; onde s'inferisce, che debba essere *positiva* l'elettricità di questi; il che poi si verifica invertendo l'esperienza, cioè facendo comunicare all'elettrometro il piattello di stagno, o quello di zinco, che han toccato l'argento, ec..

Comunque però riesca nelle circostanze favorevoli, e colle attenzioni indicate sensibile abbastanza l'elettricità acquistata dai piattelli nel mutuo loro contatto, per iscoprirsi a dirittura, e dar luogo anche a distinguerne la specie, giova ad ogni modo, e riesce di maggior soddisfazione il renderla più sensibile e patente col portarla ad un grado di forza molto maggiore, tantochè valga a far vibrare i pendolini di un elettrometro anche meno delicato, di uno cioè a paglie; e talor anche diviene tal artificioso accrescimento necessario eziandio per movere l'elettroscopio a fogliette d'oro, quando cioè i piattelli, che si portano al combaciamento, o non sono molto dissimili, o non si affacciano con abbastanza larghe superficie (il che quanto influisca e perchè, viene ampiamente spiegato dal VOLTA nella 2ª e 3ª lettera a GREN), e sortono quindi dal mutuo contatto con elettricità affatto insensibile. Per ottener dunque l'intento ricorre il VOLTA al *Condensatore*, ch'io chiamerei più volentieri *Collettore di elettricità*: stromento da lui inventato ha già parecchi anni, e che gli ha fatto fare altre importanti scoperte. Voi conoscete sicuramente, illustre Professore, questo prezioso stromento fisico, e le varie foggie, che gli si posson dare; e quindi vi riuscirà facile d'intendere com'egli lo adoperi il VOLTA per portare ad un grado assai considerabile di forza la debolissima elettricità, di cui si tratta,

Digitized by Google

quella cioè che nasce dagli indicati combaciamenti dei piattelli metallici dissimili. Il seguente è il modo più semplice, a cui s'attiene in oggi, lasciando ormai da parte il *Duplicatore*, del quale, come già si è detto, cominciò a servirsi due anni sono, ad oggetto appunto di rendere sensibile, a forza di moltiplicare, cotale elettricità metallica; ma che trovò in appresso non divenirgli necessario, che per alcuni casi, ed esser quindi preferibile d'ordinario il semplice suo Condensatore.

Prende dunque per tal Condensatore un disco o piattello metallico qualunque, di 2 in 3 pollici di diametro, guernito di un manico isolante, che s'impianta nel centro della sua faccia superiore, la quale non è necessaria che sia piana ed uguale, ma può essere più o meno convessa, ec.. Questo disco, che il VOLTA suol chiamare *Scudo*, lo posa coll'altra sua faccia perfettamente piana sopra una *base* anch'essa piana ed eguale, la quale sia o per se stessa semicoibente, o altrimenti coperta da un sottile strato coibente, sopra un tavolino e. g. coperto di buon incerato, sopra un piano di marmo ben asciutto, o meglio sopra un altro piattello metallico intonacato di buona vernice d'ambra, o incrostato leggermente di ceralacca. Servendosi di quest'ultimo per *base* del Condensatore, usa egli tutta l'attenzione di non eccitarvi con istropicciamento, o percosse alcuna sensibile elettricità, per cui abbia ad agire come Elettroforo, e rendere per tal cagione equivoci i risultati: così anche adoperando l'incerato, o il marmo; i quali però, siccome meno idioelettrici, sono men soggetti a un tal inconveniente; e son anzi disposti, massime il marmo, a divenire per l'umido troppo poco coibenti. Ma è facile rimediare a quest'altro inconveniente, e ridurre il marmo nel migliore stato (in cui talvolta si trova naturalmente, quando cioè stia esposto da lungo tempo ad un ambiente secco), è facile ridurvelo in qualsisia tempo col riscaldarlo discretamente al sole, o al fuoco: in tale stato, e finchè mantiene un sensibile tepore, ha giusto quella semi-coibenza, che favorisce nel miglior modo la condensazione, ossia accumulazione di elettricità, e la sua conservazione nel piattello o scudo, che gli stia applicato. Se ne assicura osservando, che una discreta elettricità, di 10, 15, 20 gradi dell'Elettrometro a paglie, infusa in tale piattello vi dura lungamente, e dà segni ancora abbastanza sensibili sollevandolo dal sottoposto piano di marmo molti minuti, e fino qualche ora dopo. Servendosi

Digitized by Google

per base, in luogo del piano di marmo, di un piatto metallico incrostato di ceralacca, si mantiene l'elettricità nella sovrindicata forza (non conviene sperimentarne una maggiore, la quale s'imprimerebbe sulla faccia coibente medesima) si mantiene, dico, nel sovrapposto piattello nudo molte e molte ore, e talvolta più d'un giorno, come il VOLTA fa vedere. Ora per le sperienze, di cui si tratta, non fa bisogno di tanto: basta assicurarsi, che detto piattello collettore o scudo, mantenga un'elettricità di pochi gradi senza perdita notabile per lo spazio di qualche minuto, quanto cioè dovrà durare ciascuna sperienza.

Così disposto il piccolo apparecchio Condensatore, e assicuratosi dell'ottimo suo stato e disposizione, cioè che non vi sia punto di elettricità impressa, e che possa conservar a dovere quella, che verrà compartita al piattello superiore, o scudo, passa il VOLTA a comunicargliene effettivamente con versarvi quella che acquistano i piattelli meccanici dissimili pel loro combaciamento: applica cioè al solito l'un piattello, che tiene per il suo manico isolante, all'altro piattello non isolato, ossia che comunica col suolo, e staccandolo indi bruscamente lo porta a toccare il Collettore, ossia scudo del Condensatore; torna quindi ad applicarlo al piattello compagno, a staccarlo, e a farlo toccare di nuovo allo scudo; e ripete così il giuoco 10, 20, 30 o più volte, secondo il bisogno. Alzando allora pel suo manico isolante cotale scudo, in cui si è raccolta l'elettricità, che ad ogni volta acquistò e gli compartì il piattello fatto giuocare; e portando esso scudo a toccare l'elettrometro; ecco comparire i segni di tale elettricità, molto più forti di quelli che si sarebbero potuti ottenere senza cotesto artificio del Condensatore; ecco aprirsi a molti gradi non solo le fogliette d'oro dell'Elettrometro di BENNET, ma ben anche i pendolini di quel di CAVALLO, o le paglie sostituitevi da Volta. L'ho veduto io con due piattelli di 2 pollici di diametro, uno d'argento l'altro di zinco ben tirati, e un buon condensatore, alternando i toccamenti nel modo sopra indicato 10, 15, 20 volte portare l'elettricità al segno di far divergere le pagliette 4, 6, 8 linee: ho veduto, arrivando un tal giuoco a 30 volte circa essersi raccolta tanta elettricità da portare i pendolini fino a battere contro le pareti della boccetta larga oltre due pollici. Che più? In 40 ovvero 60 volte cioè con altrettanti combaciamenti degli stessi piccioli piattelli tra loro, e toccamenti alternativamente

Digitized by Google

di quello che si stacca indi isolato (collo scudo del condensatore), giunge il VOLTA ad ottenere da questo una visibile scintilla.

Per poter comodamente, e con celerità comunicare allo scudo del condensatore l'elettricità acquistata dal piattello ad ogni suo combaciamento coll'altro piattello dissimile, giova che esso scudo porti annesso e sporgente di qualche pollice dal suo bordo un filo d'ottone, contro il quale vada a battere coll'orlo suo, o con altro simil filo detto piattello ogni volta che si stacca dal compagno. Per tal modo tenendo sotto e ben vicini al detto filo metallico sporgente codesti piattelli possono compiersi i 20, 30 ec. toccamenti alternativi in meno di altrettanti minuti secondi; e poco o nulla perdersi in sì breve tempo dell'elettricità, trasfusa in esso scudo o collettore, ancorchè la sua base, il piano di marmo cioè, o di qualsiasi altro semicoibente, non sii *(sic)* nel migliore stato, e lasci sfuggire l'elettricità a capo di alcuni minuti primi.

Vedete, amico, quanto grande è l'elettricità, che ottiene il nostro VOLTA dai semplici accozzamenti reiterati de' suoi piattelli metallici dissimili, e che otterrete pur voi, quando vi piaccia di ripetere codeste nuove sperienze non meno istruttive che sorprendenti, e vi portiate le necessarie attenzioni già accennate. Confessa l'istesso VOLTA, il quale portato dalle sue indagini a tali sperienze pur se ne prometteva qualche successo, che non si sarebbe aspettato sì grandi effetti; nè dapprincipio, quando cominciò (son ora due anni) i suoi tentativi di questo genere ricorrendo al *Duplicatore*, gli riuscì di ottenere tanto. Ma egli allora non era ancora venuto sul pensiero di far seguire il combaciamento dei metalli con piane ed ampie superficie, nè di reiterare tai contatti nel modo sopradescritto, come ha fatto in appresso. Or dunque ha la compiacenza, mercè di questa nuova industria, di potere far senza del succennato elegante sì, ma complicato apparecchio di NICHOLSON, e servirsi invece del semplice suo *Condensatore*, e portare con questo a quel più alto segno che gli piace la non pria creduta, e neppure sospettata *elettricità metallica*, ch'egli il primo congetturò, e dedusse dalle sperienze del GALVANISMO, e sostenne poscia con ogni maniera di argomenti; finchè gli riuscì felicemente di mostrarla con prove sperimentali dirette fuori del GALVANISMO, quali sono le sopra descritte.

Queste sperienze provan dunque, che il zinco tira a sè con una forza arcana il fluido elettrico dell'argento che combacia; onde sor-

Digitized by Google

tono da tal contatto il primo elettrizzato *positivamente*, vale a dire *in più*, il secondo *negativamente*, ossia *in meno*; e ciò ad un grado, che non è poi estremamente debole, se per un solo contatto possono già manifestarsi cotali elettricità all'elettroscopio di BENNET, come si è veduto, e se mercè di contatti reiterati 10, 15, 20 volte può raccogliersi in un buon Condensatore tanto di elettricità da darne segni così cospicui agli elettrometri a paglie, ec.. Chiamo col VOLTA *arcana* una tal forza o virtù, per cui il fluido elettrico pria quieto e in equilibrio, sortendo in certo modo da questo equilibrio tende e passa da un metallo all'altro, ove questi semplicemente si combacino, la chiamo arcana, perchè qual ella sia, se attrazione, o ripulsione, od altra causa ignota, se un'attrazione che acceleri o ritardi, come avviene nella rifrazione della luce, il moto da cui trovasi continuamente animato il fluido elettrico anche quando equilibrandosi sembra quieto, giusta il sistema di PREVOST seguito anche da GREN riguardo al fuoco libero, e altri *fluidi radianti*, quale sia, dico, tal forza o potere che incita in tali circostanze il fluido elettrico, non ardisce il VOLTA medesimo di pronunciarlo, contento di avere scoperto e dimostrato il fatto.

Lasciando pertanto tali ricerche difficili, e seguendo a trattenervi delle sperienze del Professore di Pavia, passo a farvi osservare, che con altre combinazioni meno efficaci che argento e zinco, argento e stagno, accoppiando cioè metalli meno dissimili in ordine all'indicata virtù elettrica, non si ottiene egual forza di effetti, o non si ottiene che con un numero più grande di toccamenti. Basta però qualunque diversità in quelli anche la più piccola, anche solo accidentale, per poter giungere a render sensibile all'elettrometro a paglie, non che a quello a fogliette d'oro, l'elettricità che essi metalli acquistano in virtù del mutuo contatto, e a distinguerne la specie: solamente richiedesi un ottimo condensatore (che ritenga cioè molto tempo l'elettricità senza perdita notabile); e fa d'uopo ripetere tante più volte il giuoco di toccamenti alternati, quanto un metallo è meno dissimile dall'altro, quanto trovansi meno distanti nella più volte mentovata scala costrutta da VOLTA.

E riguardo alla specie di elettricità, basterà qui il dire, che nelle combinazioni di Zinco e Stagno, di Stagno e Ferro, di Ferro e Ottone, di Ottone e Argento, che trovansi nell'indicata scala distanti di varj gradj un dall'altro, il primo tira a sè il fluido elettrico, e si

Digitized by Google

elettrizza quindi *in più*, il secondo lo rilascia, e si elettrizza *in meno*, cioè il superiore *riceve* e l'*inferiore dà* (nè così poco, come credere-bbesi): il che ha luogo in quantità proporzionatamente minore anche per gl'intermedii. Così dunque il ferro, che riceve dall'Argento, dà allo Stagno; e questo dà allo Zinco: molto più poi dà allo stesso Zinco il Ferro; e molto più ancora gli dà l'Argento; insomma tanto più passa di fluido elettrico dall'uno all'altro dei due metalli, che si combaciano, quanto più sono essi dissimili, ossia distanti nell'indicata scala, come si è detto.

E qui non posso a meno d'insistere nel farvi rimarcare il perfetto accordo di queste sperienze con quelle altre del Galvanismo, tanto per riguardo alla direzione del fluido elettrico, cioè al tendere e versarsi da tal metallo in tal altro, quanto per ciò che concerne i gradi di tale tendenza, che il VOLTA rappresentò in quella sua tavola o scala di conduttori, o a meglio dire eccitatori metallici, riportata singolarmente nella 3ª sua lettera al VASSALLI già più volte citata. Codesta tavola dunque ci presenta cotali eccitatori in una lunga serie, che comincia in alto dallo Zinco, il più efficace nel tirare a sè il fluido elettrico, il più disposto a *ricevere*; e termina al basso nel carbone, il più disposto e tendente a *dare*; e indica così, che i superiori traggono a sè detto fluido dagli inferiori, e tanto più ne traggono, quanto sono in essa scala più distanti; in guisa che le rispettive distanze marcano altrettanti gradi di tale tendenza. Egli avea già costrutta codesta scala, determinato cioè, che il fluido elettrico passa da tal metallo in tal altro, e ci passa con tanti e tanti gradi di forza; il primo dietro le sue sperienze sul sapore acido od alcalino, che scoperto avea eccitarsi sulla lingua, a norma che di due metalli, che si accoppiavano, questo o quello era rivolto contro il di lei apice, col confronto del sapore ch'egli sentiva lambendo colla lingua ora il conduttore di una macchina elettrica ordinaria elettrizzato *in più*, e che perciò *dà*, or quello elettrizzato *in meno*, e che *riceve* il secondo (che riguarda cioè i gradi di tale forza o tendenza), dietro il potere, che manifestavangli essi metalli, più o men grande di eccitare le contrazioni muscolari, non le anzidette sensazioni di sapore, a norma che venivano accoppiati questo o quello con questo o quell'altro. Or dunque le nuove sue sperienze coi piattelli, le sperienze dell'*elettricità metallica* (che può ben chiamarsi con questo nome) resa sensibile all'Elettrometro, come s'è veduto, offrono risultati affatto

Digitized by Google

corrispondenti a detta scala, cioè a quanto avea già il VOLTA stabilito riguardo ad essa. Dopo tale conformità può esservi dubbio ancora, che codesta elettricità eccitata da motori ormai così bene conosciuti, non sia la stessa che produce eziandio i fenomeni del GALVANISMO provocati con armature, od archi metallici? E v'è bisogno di ricorrere per tali fenomeni ad altro ignoto principio, alla supposizione gratuita di un'elettricità animale, mossa cioè internamente per propria virtù degli organi? Non basta forse l'anzidetta elettricità artificiale, ed estrinseca, mossa cioè dall'accozzamento di que' metalli? Ma troppo già si è detto riguardo a tali contatti metallici, o conduttori di 1.ª classe fra loro.

Venendo al combaciamento dei medesimi co' conduttori umidi, o di 2.ª classe, è giunto pure il VOLTA a mostrare con esperienze dirette, che quelli *danno* del fluido elettrico a questi, e ad ottenere i rispettivi segni di elettricità *negativa* nei primi, *positiva* nei secondi. Ma essendo tali segni troppo deboli per manifestarsi a dirittura all'elettrometro, tantochè appena appena possono comparire in uno de' più delicati elettroscopj a fogliette d'oro, ha dovuto aver ricorso al suo *Condensatore*; il quale se non è assolutamente necessario per le sperienze dei piattelli metallici, che si adducono a mutuo contatto, i quali ove siano abbastanza diversi, e si combacino a dovere, sortono da tal contatto con tanta elettricità da movere a dirittura i pendolini di tal elettroscopio, e farli divergere 1, 2 linee, ed anche più, come abbiam veduto; se, dico, non è sempre necessario il Condensatore per le sperienze di due piattelli molto diversi, ambi però metallici; lo è per queste altre prove di un metallo solo, qualunque sia, che si fa combaciare, e sì anche nel miglior modo, ad un conduttore umido, o di 2.ª classe. La maniera del resto, con cui eseguisce il VOLTA queste sperienze (le quali ha mostrate a tanti e nazionali, e forastieri, ed io pure ho vedute con gran soddisfazione, e sono in parte già pubblicate, è la stessa che la sopradescritta, cioè con acconci piattelli. Applica dunque il piattello metallico isolato ad uno di legno, o di cartone, ad un mattone, o pietra porosa, ad una pelle, o ad altri corpi, che gli piace di scegliere, i quali sieno piani a dovere, e convenientemente umettati, o imbevuti d'acqua o d'altro liquore, non però di soverchio, sicchè abbiano a bagnare il piattello metallico medesimo: staccato quindi cotesto piattello lo fa toccare allo scudo del Condensatore, lo applica di nuovo al piano

Digitized by Google

discretamente umido, di nuovo lo stacca, e lo porta a toccare, come prima, il Condensatore; e siegue così a ripetere un tal giuoco 30,40 o più volte: con che, se esso Condensatore è in buono stato, se isola a dovere (ottimo riesce per tali sperienze un picciolo Condensatore, che abbia per base od un piano di marmo ben asciugato al sole o al fuoco, od un di metallo coperto da una sottil crosta di ceralacca), si raccoglie nel suo scudo tanta elettricità, da dar quindi, alzandolo, segni molto sensibili, non che ad un elettroscopio a fogliette d'oro, ad uno quattro volte men sensibile a paglie, facendole divergere 2, 3, 4 linee, ed anche più.

Questa elettricità, che acquista il piattello metallico combaciando il corpo umido, mostrasi costantemente senza eccezione *negativa*; e corrispondentemente compare sempre *positiva* quella che inducesi nel corpo umido baciato, qualunque ei sia, e qualunque l'umore ond'è intriso, come si prova invertendo l'esperienza, cioè portando codesto corpo, allorchè viene staccato dal piattello metallico, a toccare lo scudo del Condensatore, ec..

. . . . . .

Ediz. Naz. - VOL. I - *Pag.* 552.

. . . . . .

Finalmente è riuscito al nostro VOLTA di ottenere coll'istesso artificio e manipolazione segni elettrici sensibili all'elettrometro anche dal mutuo contatto di due piattelli, nè l'uno nè l'altro metallico, con piattelli di cartone, di legno, ec. imbevuti sufficientemente, ma non troppo (per la ragione già indicata) di umori diversi, e. g. uno d'acqua, l'altro di una soluzione di nitro, di latte di calce, di una forte lisciva, ec., e questi segni sono stati costantemente di elettricità *positiva* nel piattello inzuppato d'acqua, e *negativa* in quello impregnato del liquor salino. A stento però ha potuto ottenere tali segni, e sempre molto più deboli di quelli, che ottiene da due piattelli, uno di legno o nudo, o coperto di pelle o di carta, ed imbevuto d'acqua, o di qualsisia liquore, e l'altro di metallo qualunque, non che da due piattelli ambi metallici ma diversi, e diversi molto. A stento,

Digitized by Google

dico, riesce al VOLTA di ottenere segni sensibili all'elettrometro col combaciamento di due piattelli, nessuno dei quali sia metallico, e trovinsi soltanto diversi pel diverso umore, di cui sieno al giusto segno imbevuti; giacchè gli è d'uopo di ripetere il giuoco dei toccamenti alternati un contro l'altro, e collo scudo del Condensatore ben 100 e più volte, perchè questo alzato indi dalla sua base, possa far divergere 1 ovvero 2 linee le pagliette dell'elettrometro; quando bastano ad ottenere altrettanto, ed anche dippiù, 20 o 30 toccamenti di due piattelli, uno umido, l'altro metallico (massime se questo è di Zinco), e ne bastano 4 ovvero 6 di due ambi metallici, e diversi molto, come argento e stagno.

. . . . . .

Ediz. Naz. - VOL. I - *Pag. 554.*

. . . . . .

Ed ecco come gli effetti corrispondono puntualmente alla causa, che dal VOLTA si assegna, qual'è il potere che hanno i conduttori, detti perciò da lui *eccitatori*, o *motori*, di turbare l'equilibrio del fluido elettrico, spingendolo dall'uno nell'altro, ove si applichino a mutuo contatto due di essi, i quali sieno diversi, o sostanzialmente, o per qualunque accidentale e superficial differenza: potere ch'è assai picciolo nel combaciamento di due conduttori ambi umidi, o di 2.ª classe, per quanto compajano e trovinsi effettivamente diversi, e minimo poi se sieno anche poco diversi; mediocre ed anche grande nel combaciamento di uno di 1.ª classe, di un metallo qualunque, con uno qualunque di 2.ª classe, però più o men valido rispettivamente ai varj metalli, e ai varj conduttori umidi; grandissimo finalmente nel mutuo contatto di due ambi di 1.ª classe, e assai diversi, come Argento e Stagno, Argento e Piombo, e meglio Argento e Zinco. La quale corrispondenza esatta degli effetti a tal causa assegnata dal VOLTA, molto più che alla causa supposta da GALVANI, come ognun vede, dovrebbe già indurre chicchessia a dare a quella una grande preferenza sopra questa, quand'anche non fosse tale

Digitized by Google

virtù de' conduttori, che li costituisce al dippiù *motori* di elettricità, dimostrata con altre prove sperimentali semplici e dirette. Or dunque che lo è, or che la cosa è non solo provata, ma posta sott'occhio dalle sopra descritte sperienze de' piattelli metallici, ed anche non metallici, i quali si elettrizzano sensibilmente, e danno chiari segni all'elettrometro, pel solo mutuo loro combaciamento, che dite, mio caro ALDINI, e che dirà l'istesso GALVANI? Io per me dico, e conchiudo colla maggior parte dei Fisici, a cui tali ultime sperienze son venute a cognizione, e che anche prima per quelle sole del GALVANISMO moltiplicate e variate in tante maniere dal VOLTA avevano adottato il suo sentimento, conchiudo, e dico: che il VOLTA dimostra la sua elettricità artificiale ed estrinseca, eccitata cioè dal mutuo contatto de' conduttori quali essi sieno, purchè dissimili, singolarmente poi metallici; la prova con dirette semplicissime sperienze, e la fa in certo modo toccar con mano; ne scopre la specie, dove, cioè *positiva* ossia *in più*, e dove *negativa* ossia *in meno*; e la misura coll'elettrometro. GALVANI all'incontro nè ha dimostrata in alcun modo la supposta elettricità animale nelle sue sperienze (altronde bellissime, e sorprendenti), quell'elettricità, cioè ch'egli pretende mossa internamente da qualsiasi forza vitale o funzione organica; nè molto meno ha potuto renderla sensibile all'elettrometro; nè credo il potrà mai. E con quali argomenti dunque, e prove vuol egli sostenerla? E come potrà trovar ancora de' partigiani, se per tutte quelle sperienze, e per tutti i nuovi tentativi, che sono stati fatti fino ad oggi intorno al GALVANISMO, e per tutti i nuovi fenomeni, è sufficiente il principio scoperto e dimostrato ormai coll'ultima evidenza dal VOLTA, cioè quel potere, quell'azione movente il fluido elettrico, che si dispiega in ogni contatto di conduttori dissimili?

. . . . . .

Digitized by Google

(21)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXI**

Dalla:

MINUTA DI LETTERA

AL

PROF. BRUGNATELLI

– Como, 19 Ottobre 1798 –

NOTA.

Da questa lettera emerge come il Volta (seguendo un ordine di idee ripetutamente espresse) non sia mai stato contrario ad ammettere l'esistenza di una Elettricità animale; *solamente egli la poneva sotto il dominio della volontà. In questa lettera egli espone appunto le sue idee intorno al potere della volontà a produrre contrazioni nei muscoli, smovendo il fluido elettrico nei nervi.*

Digitized by Google

Digitized by Google

Como 19 Ottobre 1798.

C. A.

Mi ha fatto piacere la vostra lettera colle notizie, che mi date, e i saluti di VAN-MONS, a cui vi prego di rinnovare i miei. Avrei per il prossimo volume de' vostri Annali di Chimica una dissertazioncella intorno ad alcune mie congetture sul potere, che tiene la volontà negli animali di movere il fluido elettrico nel cervello, ossia all'origine de' nervi, che vanno ai muscoli volontarj, e spingerlo per qualche tratto di essi nervi, e con tale stimolo eccitare l'*energia nervosa*, cioè quella virtù ignota, per cui si opera poi la contrazione di detti muscoli volontarj. Una tale opinione che potrà forse piacere ai Galvaniani, e servire di conciliazione, sostenendosi così una vera e propria elettricità animale, sebbene molto diversa da quella ch'essi supposero, son già parecchi anni che l'ho comunicata per lettere a più d'un mio corrispondente. Ora penso di spiegarla un poco più per esteso; e fra 15 giorni potrò terminare lo scritto e mandarvelo.

Il fluido elettrico farebbe così in un modo più determinato e intelligibile quella funzione, che si attribuiva ai supposti spiriti animali, senza neppur essere obbligato a sortire dal cervello, o a discendere fino ai muscoli, nè già farebbe bisogno d'immaginare organi proprj per elaborare, raccogliere, od accumulare un tal fluido, trovandosene copia in esso cervello e nervi, come in ogni altro corpo conduttore, ecc.. Gli argomenti, che rendono verisimile una tale mia ipotesi sono tratti dalle sperienze, che mi hanno mostrato come lo stimolo più efficace e più appropriato ai nervi dei muscoli volontarj è appunto lo stimolo elettrico; laddove al contrario pei muscoli non volontarj come quelli degli intestini, il cuore, ecc. son molto più appropriati gli stimoli meccanici e chimici. Or dunque se per questi mu-

Digitized by Google

scoli involontarj la Natura adopera appunto cotali stimoli meccanici, o chimici, quali sono il sangue, i succhi gastrici, ecc., perchè la stessa Natura provvida singolarmente nell'economia animale, non impiegherà per quegli altri muscoli volontarj lo stimolo puranco più appropriato ed efficace, qual è l'elettrico, avendolo, dirò così, sotto mano nella sede medesima della volontà? Perchè non trarrà partito da un fluido sì agile ed obbediente, e cui basta inviare, ossia mettere in corrente anche in poca copia per un picciolo tratto, e fin per pochi punti del nervo che regge tale o tal altro muscolo, acciò si ecciti la virtù nervea, e per essa succeda il moto del rispettivo muscolo? Che ciò infatti basti lo dimostrano le sperienze con cui si eccitano le più valide contrazioni de' muscoli volontarj col movere artificialmente in qualsisia modo, e far passare una picciolissima corrente elettrica per un brevissimo tratto del tronco nervoso, che va a que' tali muscoli: come allorquando si vengono a toccare con due metalli diversi due parti più o meno distanti, ed anche vicinissime, della midolla spinale, o del nervo crurale che sorte dalla medesima, con che compiendosi indi l'arco metallico avviene si scuotano violentemente tutti i muscoli della gamba ecc. Insomma se dobbiam credere che a qualche fluido abbia a dare impulso la volontà per stimolare, ossia eccitare l'energia de' nervi, che reggono i muscoli volontarj, non andiamo a cercar altro fluido che l'elettrico già presente, e pronto, e la di cui efficacia a tal uopo ci è da tante sperienze dimostrata.

Altronde un potere della volontà sul fluido elettrico, e sì in un grado insigne, dobbiam pur riconoscerlo, ed è manifesto nella Torpedine, ed altri pesci elettrici, che provveduti di organi particolari, e di un grande apparato di nervi, che vanno a quelli, movono a lor grado tanta copia di fluido elettrico, che arriva a dare forti scosse a chi li tocca, ecc.. Or perchè se l'elettricità non è estranea all'economia animale, se compare con tanto vigore e sfoggio in cotesti animali forniti di una strana copia di nervi, e se è provato che appunto da essi nervi, e dal cervello onde derivano, move essa elettricità (giacchè o estratti gli organi che ne abbondan cotanto, o estratto il cervello, o recisi i grossi tronchi nervosi, che vanno dal cervello a detti organi, cessa in tali pesci ad un tratto la facoltà di lanciare il fluido elettrico in guisa di produrre la scossa, tuttochè si mantenga nel primo e nel secondo caso in pieno vigore la vita, ed anche nel terzo, in cui si è estratto il cervello, non manchino così presto nè

Digitized by Google

la circolazione, nè gli altri moti); perchè, dico, se la Natura ha concesso a tali animali un potere elettrico grande e strepitoso corrispondente al grande e straordinario apparato di nervi volontarj, onde vanno forniti, un potere che sorte dirò così, dai confini dell'animale medesimo, e strabocca scuotendo, e fulminando altrui, non avrà accordato pure agli altri animali la stessa facoltà in minor grado, corrispondentemente al molto minor corredo di nervi, e limitata a minori usi, ad usi puramente interni, a quello di movere i propri membri? I pesci elettrici sarebbero in confronto degli animali quel che sono i castelli, e le città fortificate da fulminanti batterie, in confronto dei placidi borghi e (del)le quiete abitazioni.

Ecco dunque, come dopo avere tanto fatto e scritto per dimostrare insussistente una pretesa Elettricità animale, quella cioè che si eccita coll'artificio de' metalli ne' membri recisi ecc., ammetto io pure una vera e propria Elettricità animale, nella Torpedine, nell'Anguilla tremante e negli altri pesci che danno la scossa; e una simile, nel modo sopra spiegato, inclino ad attribuire pure a tutti gli animali; Elettricità tanto più veramente animale quantochè dipende dall'anima, obbedisce cioè alla volontà, e non s'estende propriamente, o poco fuori della sua sede. Nelle sper. pertanto del Galvanismo ne' membri recisi ecc., mancando la volontà, non è più mosso il fluido elettrico da alcun principio interno, bensì da causa esterna, dall'applicazione cioè di conduttori dissimili, che sono veri *motori*, come ho sostenuto, e sostengo ancora avendo di ciò recato le prove più dirette; di maniera che suppliscono in certo modo cotesti motori esterni, al movente interno, che nello stato naturale di vita è la volontà dell'animale. Se a questi termini si contentano i Galvaniani di ridurre l'Elettricità animale, sarò molto contento di andare con essi d'accordo; che se ripugnano ancora a questo modo di conciliazione, che godo di offrir loro, se pretendono tuttavia che l'Elettricità si ecciti per pura forza organica, che il fluido elettrico cioè si prepari e lavori nel cervello e ne' nervi, si accumuli in questi, o nell'interiore faccia de' muscoli, si sbilanci in qualsisia modo, e per tale sbilancio poi scaricandosi, stimoli immediatamente i muscoli medesimi; se, dico, continuano a sostenere siffatta elettricità prodotta, come vogliono, da puro meccanismo organico, anche ne' membri, o muscoli recisi, anche in un pezzetto di muscolo, allorchè cogli artificj dell'arco conduttore eterogeneo si fanno entrare tali muscoli

Digitized by Google

in contrazione, se persistono a negare, a fronte di tante prove da me prodotte, che in questi casi, e in tutte le sperienze analoghe del *Galvanismo*, gli è un'elettricità artificiale eccitata cioè da motori esterni, che giuoca; se non si arrendono insomma a tal progetto di riconciliazione, potrò io forse ritirare anche questo, cioè non più accordare neppure quell'altra Elettricità animale dipendente e mossa dalla volontà nel vivente intiero e intatto, salvo nella Torpedine, e negli altri animali elettrici, giacchè finalmente è quella una mera ipotesi, e per tale solamente ho inteso di avanzarla.

Digitized by Google

(22)

Dal Volume I. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXII**

Dalla Lettera:

ON THE ELECTRICITY

EXCITED BY THE MERE CONTACT OF CONDUCTING SUBSTANCES

OF DIFFERENT KINDS

IN A LETTER FROM

MR. ALEXANDER VOLTA F. R. S.

PROF. OF NATURAL PHILOSOPHY IN THE UNIVERSITY OF PAVIA

TO THE

RT. HON. SIR JOSEPH BANKS BART. K. B. P. R. S.

– A Come en Milanois, Mars 1800 –

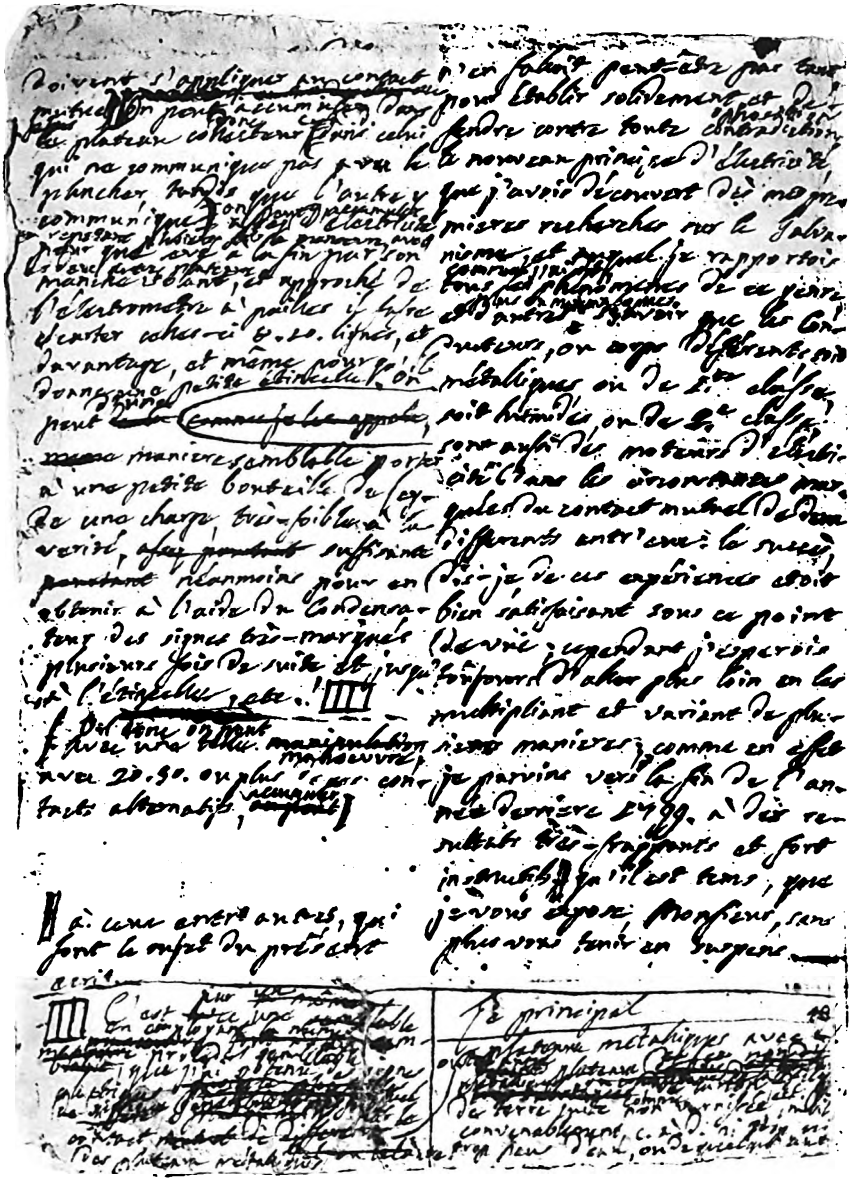
NOTA.

In questa lettera il Volta espone come fu condotto alla costruzione di un nuovo apparato elettromotore che egli descrive nella sua duplice forma: (a colonna ed a corona di tazze), e lo illustra, paragonandone il funzionamento a quello di una batteria di grande capacità, caricata ad una debole tensione, la quale però si ristabilisce da sè stessa ad ogni scarica.

Dopo aver descritti gli effetti elettrometrici e fisiologici ai quali questo apparato dà luogo, termina confrontando il medesimo con l'organo elettrico naturale della torpedine.

Digitized by Google

Digitized by Google



Riproduzione dell'Autografo di una minuta di lettera a Sir I. Banks.

Digitized by Google

Digitized by Google

Lettera di A. VOLTA a Sir. JOSEPH BANKS

A Come en Milanois, ce 20me Mars 1800.

Après un long silence, dont je ne chercherai pas à m'excuser, j'ai le plaisir de vous communiquer, Monsieur, et par votre moyen à la Société Royale, quelques resultats frappants auxquels je suis arrivé, en poursuivant mes expériences sur l'électricité excitée par le simple contact mutuel des métaux de différente espèce, et même par celui des autres conducteurs, aussi différents entr'eux, soit liquides, soit contenant quelque humeur, à laquelle ils doivent proprement leur pouvoir conducteur. Le principal de ces resultats, et qui comprend à peu-près tous les autres, est la construction d'un appareil qui ressemble pour les effets, c'est-à-dire, pour les commotions qu'il est capable de faire éprouver dans les bras, etc. aux bouteilles de Leyde, et mieux encore aux batteries électriques foiblement chargées, qui agiroient cependant sans cesse, ou dont la charge, après chaque explosion, se rétabliroit d'elle-même; qui jouiroit, en un mot, d'une charge indéfectible, d'une action sur le fluide électrique, ou impulsion, perpétuelle; mais qui d'ailleurs en diffère essentiellement, et par cette action continuelle qui lui est propre, et parcequ'au lieu de consister, comme les bouteilles et batteries électriques ordinaires, en une ou plusieurs lames isolantes, en couches minces de ces corps censés être les seuls *électriques*, armées de conducteurs ou corps ainsi dit *non-électriques*, ce nouvel appareil est formé uniquement de plusieurs de ces derniers corps, choisis même entre les meilleurs conducteurs, et par là les plus éloignés, suivant ce qu'on a toujours cru, de la nature électrique. Oui, l'appareil dont je vous parle, et qui vous étonnera sans doute, n'est que l'assemblage d'un nombre de bons conducteurs de différente espèce, arrangés

Digitized by Google

d'une certaine manière, 30, 40, 60 pièces, ou d'avantage, de cuivre, ou mieux d'argent, appliquées chacune à une pièce d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, et un nombre égal de couches d'eau, ou de quelque autre humeur qui soit meilleur conducteur que l'eau simple, comme l'eau salée, la lessive, etc. ou des morceaux de carton, de peau, etc. bien imbibés de ces humeurs: de telles couches interposées à chaque couple ou combinaison des deux métaux différents, une telle suite alternative, et toujours dans le même ordre, de ces trois espèces de conducteurs, voilà tout ce qui constitue mon nouvel instrument; qui imite, comme j'ai dit, les effets des bouteilles de Leyde, ou des batteries électriques, en donnant les mêmes commotions que celles-ci; qui, à la vérité, reste beaucoup au-dessous de l'activité des dites batteries chargées à un haut point, quant à la force et au bruit des explosions, à l'étincelle, à la distance à laquelle peut s'opérer la décharge, etc. egalant seulement les effets d'une batterie chargée à un degré très-foible, d'une batterie pourtant ayant une capacité immense; mais qui d'ailleurs surpasse infiniment la vertu et le pouvoir de ces mêmes batteries, en ce qu'il n'a pas besoin, comme elles, d'être chargé d'avance, au moyen d'une électricité étrangère; et en ce qu'il est capable de donner la commotion, toutes le fois qu'on le touche convenablement, quelques fréquents que soient ces attouchements.

Cet appareil, semblable dans le fond, comme je ferai voir, et même tel que je viens de le construire, pour la forme, à l'*organe électrique naturel* de la torpille, de l'anguille tremblante, etc. bien plus qu'à la bouteille de Leyde, et aux batteries électriques connues, je voudrois l'appeler *Organe électrique artificiel*. Et au vrai n'est il pas, comme celui-là, composé uniquement de corps conducteurs? n'est-il-pas au surplus actif par lui-même, sans aucune charge précédente? Sans le sécours d'une électricité quelconque excitée par aucun des moyens connus jusqu'ici; agissant sans cesse, et sans relâche; capable enfin de donner à tout moment des commotions plus ou moins fortes, selon les circonstances, des commotions qui redoublent à chaque attouchement, et qui, repétées ainsi avec fréquence, ou continuées pour un certain temps, produisent ce même engourdissement des membres que fait eprouver la torpille, etc.?

Je vais vous donner ici une description plus détaillée de cet appareil, et de quelques autres analogues, aussi bien que des expériences relatives les plus remarquables.

Digitized by Google

Je me fournis de quelques douzaines de petites plaques rondes ou disques, de cuivre, de laiton, ou mieux d'argent, d'un pouce de diamétre, plus ou moins (par exemple, de monnoyes), et d'un nombre égal de plaques d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, de la même figure et grandeur, à-peu-près; je dis à-peu-près, par ce qu'une précision n'est point requise, et, en général, la grandeur, aussi bien que la figure, des pièces métalliques, est arbitraire: on doit avoir égard seulement qu'on puisse les arranger commodément les unes sur les autres, en forme de colonne. Je prépare en outre, un nombre assez grand de rouelles de carton, de peau, ou de quelque autre matières spongieuse, capable d'imbiber et de retenir beaucoup de l'eau, ou de l'humeur dont il faudra, pour le succès des expériences, qu'elles soient bien trempées. Ces tranches ou rouelles, que j'appellerai disques mouillés, je les fais un peu plus petites que les disques ou plateaux métalliques, à fin qu'interposées à ceux, de la manière que je dirai tantôt, ils n'en débordent pas.

Ayant sous ma main toutes ces pièces, en bon état, c'est-à-dire, les disques métalliques bien propres et secs, et les autres non-métalliques bien imbibés d'eau simple, ou, ce qui est beaucoup mieux, d'eau salée, et essuyés en suite légèrement, pour que l'humeur n'en dégoutte pas, je n'ai plus qu'à les arranger comme il convient; et cet arrangement est simple et facile.

Je pose donc horizontalement sur une table ou base quelconque, un des plateaux métalliques, par exemple, un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un second de zinc; sur ce second je couche un des disques mouillés; puis un autre plateau d'argent, suivi immédiatement d'un autre de zinc, auquel je fais succéder encore un disque mouillé. Je continue ainsi, de la même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toujours dans le même sens, c'est-à-dire, toujours l'argent dessous et le zinc dessus, ou *vice versa*, selon que j'ai commencé, et interposant à chacune de ces couples, un disque mouillé; je continue, dis-je, à former, de plusieurs de ces étages, une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'ecrouler.

Or, si elle parvient à contenir environ 20 de ces étages ou couples de métaux, elle sera déjà capable, non seulement de faire donner des signes à l'électromètre de CAVALLO, aidé du condensateur, au-de-là de 10 ou 15 dégrés, de charger ce condensateur par un simple attouchement, au point de lui faire donner une étincelle, etc. mais

Digitized by Google

aussi de frapper les doigts avec lesquels on vient toucher ses deux extremités, (la tête et le pied d'une telle colonne), d'un ou de plusieurs petits coups, et plus ou moins fréquents, selon qu'on réitère ces contacts; chacun desquels coups ressemble parfaitement à cette légère commotion que fait éprouver une bouteille de Leyde foiblement chargée, ou une batterie chargée beaucoup plus foiblement encore, ou enfin une torpille extrêmement languissante, qui imite encore mieux les effets de mon appareil, par la suite des coups répétés qu'elle peut donner sans cesse.

Pour obtenir de telles légères commotions de cet appareil que je viens de décrire, et qui est encore trop petit pour de grands effets, il est nécessaire que les doigts avec lesquels on veut toucher ses deux extremités en même tems, soient humectés d'eau, au point que la peau, qui autrement n'est pas un assez bon conducteur, se trouve bien trempée. Encore, pour réussir plus sûrement, et recevoir des commotions considérablement plus fortes, faut-il faire communiquer, par le moyen d'une lame suffisamment large, ou d'un gros fil métallique, le pied de la colonne, c'est-à-dire, le plateau du fond avec l'eau d'un bassin, ou coupe assez grande, dans laquelle on tiendra plongé un doigt, deux, trois, ou toute la main, tandis qu'on ira toucher la tête ou extrémité supérieure (le dernier ou un des derniers plateaux de cette colonne), avec l'extrémité nette d'une lame aussi métallique, empoignée par l'autre main, qui doit être bien humide, et embrasser une large surface de cette lame, et la serrer fortement. En procédant de cette manière, je puis déjà obtenir un petit picotement, ou légère commotion, dans une ou deux articulations d'un doigt plongé dans l'eau du bassin, en touchant, avec la lame empoignée dans l'autre main, la quatrième, ou même la troisième paire de plateaux; touchant ensuite la cinquième, la sixième, et de proche en proche les autres, jusqu'au dernier plateau, qui fait la tête de la colonne, il est curieux d'éprouver comment les commotions augmentent graduellement en force. Or, cette force est telle, que je parviens à recevoir d'une telle colonne, formée de 20 paires de plateaux (pas davantage) des commotions qui prennent tout le doigt, et l'affectent même assez douloureusement, s'il est plongé seul dans l'eau du bassin; qui s'étendent (sans douleur) jusqu'au poignet, et même jusq'au coude, si la main est plongée en grande partie, ou entièrement, et se font sentir encore au poignet de l'autre main.

Digitized by Google

Je suppose toujours qu'on ait pratiqué toutes les attentions nécessaires dans la construction de la colonne, que chacune des paires ou couples de métaux, resultant d'une plaque d'argent appliquée à une de zinc, se trouve en communication avec la couple suivante, par une couche suffisante d'humeur, qui soit de l'eau salée, plutôt que de l'eau pure, ou par un disque de carton, de peau, ou autre chose semblable, bien imbibée de cette eau salée; lequel disque ne soit pas trop petit, et dont les surfaces soient bien collées aux surfaces des plateaux métalliques, entre lesquels il se trouve interposé.

Cette application exacte et étendue des disques mouillés, est très-importante; au lieu que les plateaux métalliques de chaque paire, peuvent ne se toucher entr'eux qu'en peu de points, pourvu seulement que leur contact soit immédiat.

Tout cela fait voir (pour le dire ici en passant) que si le contact des métaux entr'eux en quelques points seulement suffit (étant tous d'excellents conducteurs) pour donner libre passage à un courant électrique mediocrement fort, il n'en est pas de même pour les liquides, ou pour les corps imbibés d'humeur, qui sont des conducteurs beaucoup moins parfaits, et qui, par conséquent, ont besoin d'un ample contact avec les conducteurs métalliques, et plus encore entr'eux, pour que le fluide électrique puisse passer avec assez de facilité, et pour qu'il ne soit pas trop retardé dans son cours, sur-tout lorsqu'il est mu avec très-peu de force, comme dans notre cas.

Au reste, les effets de mon appareil (les commotions qu'on éprouve) sont considérablement plus sensibles, à mesure que la température de l'air ambient, ou celle de l'eau, ou des disques mouillés qui entrent dans la composition de la colonne, et de l'eau même du bassin, est plus chaude; la chaleur rendant l'eau plus conductrice. Mais, ce qui la rend beaucoup meilleure encore, ce sont presque tous les sels, et notamment le sel commun. Voilà une des raisons, si non la seule, pourquoi il est si avantageux que l'eau du bassin, et surtout celle interposée à chaque paire de plateaux métalliques, l'eau dont sont imbibés les disques de carton, etc. soit de l'eau salée, comme j'ai déjà fait remarquer.

Mais tous ces moyens, et toutes ces attentions, enfin, n'ont qu'un avantage limité, et ne feront jamais qu'on puisse obtenir des commotions bien fortes, tant que l'appareil ne consistera qu'en une seule colonne formée de 20 paires seulement de plateaux, quoi qu'ils

Digitized by Google

soient des deux meilleurs métaux pour ces expériences, sçavoir, d'argent et de zinc; car, s'ils étoient d'argent et de plomb, ou d'étain, ou de cuivre et d'étain, on n'obtiendroit pas la moitié de l'effet, à moins qu'un nombre beaucoup plus grand ne suppléât à la moindre force de chaque paire. Or donc, ce qui augmente réellement la puissance électrique de cet appareil, et la peut porter au degrè d'égaler, et de surpasser encore, celle de la torpille et de l'anguille tremblante, c'est le nombre des plateaux, arrangés de la manière, et avec les attentions, que j'ai expliqués. Si, aux 20 paires décrites ci-dessus, on en ajoute 20 ou 30 autres, disposées dans le même ordre, les commotions que pourra donner la colonne ainsi prolongée (je dirai tantôt comment on peut la soutenir, pour qu'elle ne s'écroule pas, ou, ce qui est mieux, la partager en deux ou plusieurs colonnes), seront déjà beaucoup plus fortes, et s'étendront dans les deux bras jusqu'à, l'épaule, sur-tout dans celui dont la main est plongée dans l'eau; la quelle main, avec le bras entier, en restera plus ou moins engourdie, si, en réitérant les attouchements avec fréquence, on fait succéder ces commotions l'une à l'autre rapidement et sans relâche. Cela, en plongeant toute, ou presque toute, la main dans l'eau du bassin; mais, si on ne plonge qu'un doigt seul, en tout ou en partie, les commotions concentrées presque dans lui seul, en seront d'autant plus douloureuses, et si cuisantes qu'elles deviendront insupportables.

On s'attend bien que cette colonne, formée de 40 ou 50 couples de métaux, qui donne des commotions plus que médiocres aux deux bras d'une personne, pourra en donner encore de sensibles à plusieurs, qui, se tenant par leurs mains (suffisamment humides), forment une chaine non interrompue.

Révenant à la construction mécanique de mon appareil, qui est susceptible de plusieurs variations, je vais décrire ici, non pas toutes celles que j'ai imaginées et exécutées, soit en grand, soit en petit, mais quelques unes seulement, qui sont ou plus curieuses, ou plus utiles; qui présentent quelqu'avantage réel, comme d'être d'une exécution plus facile, ou plus expéditive, d'être plus immanquables dans leurs effets, ou plus longtems conservables en bon état.

Et pour commencer par une, qui, réunissant à-peu-près tous ces avantages, diffère le plus, quant à sa figure, de l'*appareil à colonne* décrit ci-dessus, mais qui a le desavantage d'être une machine beaucoup plus volumineuse; je vous présente ce nouvel appareil, que j'appellerai *à couronne de tasses*, dans la figure ci-jointe (fig. 1).

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

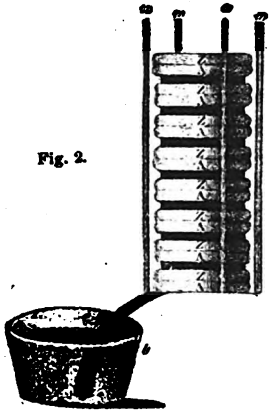
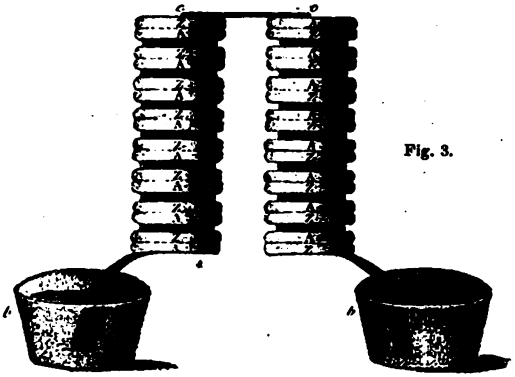


Fig. 3.



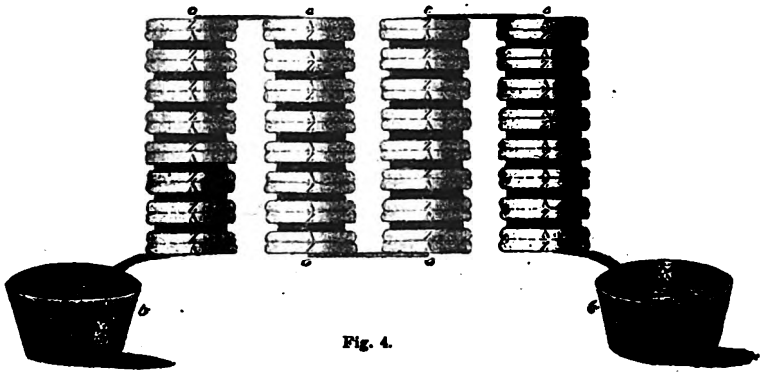


Fig. 4.

Vedi lettera a Sir Banks *pag. 227 e seg.*

Digitized by Google

Digitized by Google

On dispose donc une rangée de plusieurs tasses ou coupes, de quelque matière que ce soit, exceptés les métaux, de tasses de bois, d'ecaille, de terre, ou mieux de cristal (des petits verres à boire ou gobelets, sont les plus à-propos), à demi pleines d'eau pure, ou mieux d'eau salée, ou de lessive; et on les fait communiquer toutes, on en forme une espèce de chaine, par le moyen d'autant d'arcs métalliques, dont un bras *Aa*, ou seulement l'extrémité *A*, qui plonge dans un des gobelets, est de cuivre rouge, ou jaune, ou mieux de cuivre argenté, et l'autre *Z*, qui plonge dans le gobelet suivant, est d'étain, ou mieux de zinc. J'observerai ici, en passant, que la lessive et les autres liqueurs alcalines sont préférables, lorsqu'un des métaux qui doivent plonger, est l'étain; l'eau salée est préférable, lorsque c'est le zinc. Les deux métaux dont chaque arc se compose, sont soudés ensemble, dans quelque endroit que ce soit, au-dessus de la partie qui plonge dans le liquide, et qui doit le toucher par une surface suffisamment large: il est pour cela convénable, que cette partie soit une lame d'un pouce quarré, ou très-peu moins; le reste de l'arc peut être plus étroit tant qu'on veut, et même un simple fil métallique. Il peut aussi être d'un troisième métal, différent des deux qui plongent dans le liquide des gobelets; puisque l'action sur le fluide électrique, qui resulte de tous les contacts de plusieurs métaux qui se succédent immédiatement, la force avec la quelle ce fluide se trouve poussé à la fin, est la même absolument, ou à-peu-près, que celle qu'il auroit reçu par le contact immediat du premier métal avec le dernier, sans aucun des métaux intermédiaires, comme j'ai verifié par des expériences directes, dont j'aurai occasion de parler ailleurs.

Or donc, une suite de 30, 40, 60, de ces gobelets, enchainés de cette manière, et rangés, soit dans une ligne droite, soit dans une courbe, ou repliée de toutes les manières, forme tout ce nouvel appareil; qui dans le fond, et en substance, est le même que l'autre à colonne, décrit plus haut; l'essentiel, qui consiste dans la communication immédiate des métaux différents qui forment chaque couple, et médiate d'une couple avec l'autre, savoir, par l'interméde d'un conducteur humide, ayant lieu pour l'un, aussi bien que pour l'autre de ces appareils.

Quant à la manière de mettre celui à gobelets à l'épreuve, et quant aux différentes expériences auxquelles il peut servir, je n'ai pas besoin

Digitized by Google

d'en dire beaucoup, après ce que j'ai fait observer, et expliqué amplement, au sujet de l'autre à colonne. On comprendra aisément, que pour avoir la commotion, il suffit de plonger une main dans un des gobelets, et un doigt de l'autre main dans un autre gobelet, assez éloigné de celui-là; que cette commotion sera d'autant plus forte que ces deux vases seront plus éloignés l'un de l'autre, c'est-à-dire, qu'il y en aura un plus grand nombre d'intermédiaires; que, par conséquent, on aura la plus forte, en touchant le premier et le dernier de la chaine. On comprendra aussi comment, et pourquoi, les expériences réussiront beaucoup mieux, en empoignant, et serrant, dans une main bien humectée, une lame métallique assez large (afin que la communication soit ici assez parfaite, et se fasse par un grand nombre de points), et touchant avec cette lame l'eau du gobelet, ou plutôt l'arc métallique designé, tandis que l'autre main se trouve plongée dans l'autre gobelet éloigné, ou touche, avec une lame empoignée de même, l'arc de celui-ci. Enfin on comprendra, et on pourra même prévoir le succès d'une grande variété d'expériences, qu'on peut exécuter avec cet *appareil à couronne de tasses*, plus facilement, et d'une manière plus evidente et parlante, pour ainsi dire, aux yeux, qu'avec l'autre appareil à colonne. Je me dispenserai donc de décrire un grand nombre de ces expériences faciles à deviner, et j'en rapporterai seulement quelques unes, qui ne sont pas moins instructives qu'amusantes.

Soient trois vingtaines de ces tasses ou gobelets, rangés et enchainés l'un à l'autre par les arcs métalliques, mais de façon que, pour la première vingtaine, ces arcs soient tournés dans le même sens, par exemple, le bras d'argent tourné à gauche, et le bras de zinc à droite; et pour la seconde vingtaine, en sens contraire, c'est-à-dire, le zinc à gauche, et l'argent à droite; enfin, pour la troisième vingtaine, de nouveau, l'argent à gauche, comme pour la première. Ces choses ainsi disposées, plongez un doigt dans l'eau du premier gobelet, et touchez, avec la lame empoignée par l'autre main, de la manière préscrite, le premier arc métallique (celui qui joint le premier gobelet au second), puis l'autre arc qui embrasse le second et le troisième gobelet, et successivement les autres arcs, jusqu'à les parcourir tous. Si l'eau est bien salée et tiéde, et la peau des mains assez humectée et ramollie, vous commencerez déjà à éprouver une petite commotion dans le doigt, lorsque vous serez parvenu à toucher le 4.e ou le 5.e

Digitized by Google

arc; (je l'ai éprouvée quelque fois assez distinctement par le contact du 3.e); et, en passant successivement au 6.e, 7.e etc. les secousses augmenteront graduellement de force, jusqu'au 20.e arc, c'est-à-dire, jusqu'au dernier de ceux tournés dans le même sens: mais, en passant outre, au 21.e, 22.e, 23.e, ou 1.er, 2.e, 3.e, de la seconde vingtaine, dans laquelle ils sont tous tournés en sens contraire, les secousses deviendront à chaque pas moins fortes, si bien, qu'au 36.e, ou 37.e, elles seront imperceptibles, et absolument nulles au 40.e; passé lequel (et commençant, la troisième vingtaine, opposée à la seconde, et analogue à la première), les secousses seront encore imperceptibles, jusqu'au 44.e ou 45.e arc; mais elles recommenceront à devenir sensibles, et à augmenter graduellement, à mesure que vous avancerez, jusqu'au 60.e, où elles seront arrivées à la même force du 20.e arc.

Or, si les 20 arcs du milieu étoient tournés dans le même sens que les 20 précedents et les 20 suivants, si tous le 60 conspiroient à pousser le fluide électrique dans la même direction, on comprend de combien l'effet seroit plus grand à la fin, et la commotion plus forte; et en général on comprend comment, et jusqu'à quel point, elle doit être affoiblie, dans tous les cas ou un nombre plus ou moins grand de ces forces, par la position des métaux à l'opposite, se contrarient. Si la chaine est interrompue quelque part, soit que l'eau manque dans une des tasses soit qu'un des arcs métalliques ait été enlevé, ou qu'il soit séparé en deux pièces, vous n'aurez aucune commotion en plongeant un doigt dans l'eau du premier, et un autre dans l'eau du dernier vase; mais vous l'aurez, forte ou foible, selon les circonstances (laissant ces doigts plongés), au moment qu'on rétablira la communication rompue, au moment qu'une autre personne plongera dans les deux tasses où manque l'arc, deux de ses doigts (qui seront aussi frappés d'une légère commotion), ou mieux, qu'elle y plongera ce même arc qu'on avoit ôté, ou un autre quelconque; et, dans le cas de l'arc separé en deux pièces, au moment qu'on ramenera celles-ci au contact mutuel (de la quelle manière la commotion sera plus forte qu'autrement); enfin, dans le cas de la tasse vuide, au moment qu'en y versant de l'eau, elle abordera aux deux bras métalliques enfoncés dans cette tasse, et qui se trouvoient à sec.

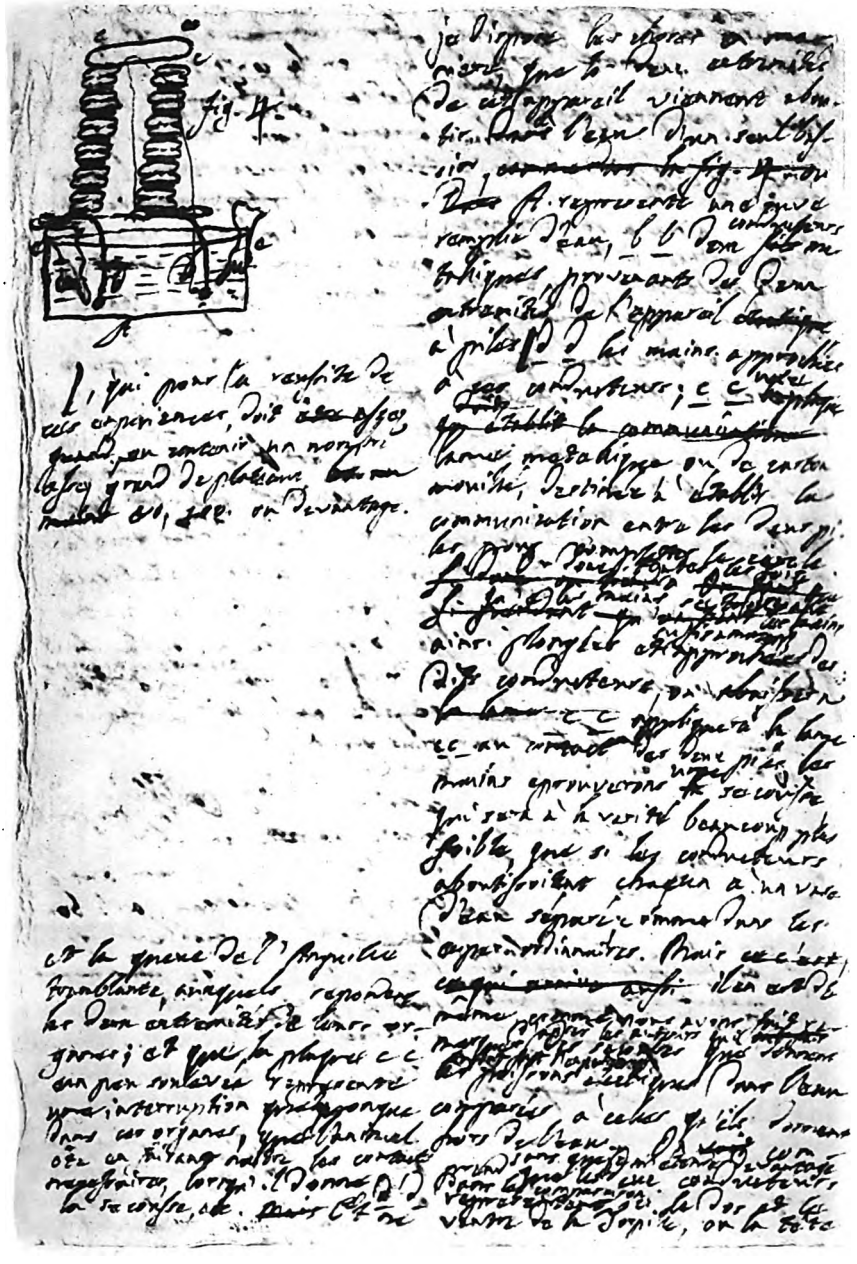
Lorsque la chaine ou couronne de tasses est assez longue, et en état de pouvoir donner une forte commotion, on l'éprouvera, quoique beaucoup plus foible, quand même on tiendroit plongés

Digitized by Google

les deux doigts, ou les deux mains, dans un seul bassin d'eau assez grand, dans lequel aboutissent le premier et le dernier arc métallique, pourvu que l'une ou l'autre de ces mains enfoncées, ou mieux toutes les deux, on les tienne respectivement en contact de ces mêmes arcs, ou assez près du contact; on éprouvera, dis-je, une commotion, au moment que (la chaine se trouvant interrompue quelque part) la communication sera rétablie, et le cercle completé, d'une des manières qu'on vient de dire. Or, on pourroit être surpris, que dans ce cercle, le courant électrique, ayant son passage libre à travers une masse d'eau non interrompue, dans cette eau qui remplit le bassin, quitte ce bon conducteur, pour se jetter, et poursuivre son cours, à travers le corps de la personne qui tient ses mains plongées dans cette même eau, en faisant ainsi un plus long trajet. Mais la surprise cessera, si on reflechit, que les substances animales vivantes et chaudes, et sur-tout leurs humeurs, sont en général des meilleurs conducteurs que l'eau. Le corps donc de la personne qui plonge les mains dans l'eau, offrant un passage plus facile que cette eau au torrent électrique, celui-ci doit le préférer, quoiqu'un peu plus long. Au reste, comme le fluide électrique, lorsqu'il doit traverser en quantité, des conducteurs qui ne sont pas parfaits, et nommément des conducteurs humides, aime à s'étendre dans un canal plus large, ou à se partager en plusieurs, et à prendre même des détours, trouvant en cela moins de résistance qu'à suivre un seul canal, quoique plus court; ce n'est dans notre cas qu'une partie du torrent électrique, qui, s'écartant de l'eau, prend cette nouvelle route de la personne, et la parcourt d'un bras à l'autre: une autre partie, plus ou moins grande, passe à travers l'eau du bassin. Voilà la raison pourquoi la secousse qu'on éprouve, est beaucoup plus foible que lorsque le courant électrique n'est point partagé, lorsque la personne fait seule la communication d'un arc à l'autre, etc..

D'après ces expériences, on peut croire, que lorsque la torpille veut donner une secousse aux bras de l'homme, ou aux animaux qui la touchent, ou qui s'approchent de son corps sous l'eau (laquelle secousse est pareillement beaucoup plus foible que celle que le poisson peut donner hors de l'eau), ella n'a qu'à rapprocher quelques unes des parties de son organe électrique, là où, par quelque intervalle, la communication manque; qu'à ôter ces interruptions entre l'une et l'autre des colonnes dont est formé le dit organe, ou entre ces

Digitized by Google



Riproduzione dell'Autografo di una minuta di lettere a Sir J. Banks.

Digitized by Google

Digitized by Google

membranes en forme de disques minces, qui gisent les unes sur les autres, du fond jusq'au sommet de chaque colonne; elle n'a, dis-je, qu'à ôter ces interruptions dans un ou plusieurs endroits, et y faire naître le contact convenable, soit en comprimant ces mêmes colonnes, soit en faisant couler entre les pellicules ou diaphragmes soulevés, quelqu'humeur, etc.. Voilà quelle peut être, et, comme j'imagine, quelle est réellement, toute la tâche de la torpille, en donnant la commotion; car tout le reste, je veux dire l'incitation et mouvement donné au fluide électrique, n'est qu'un effet nécessaire de son organe singulier, formé, comme on voit, d'une suite très-nombreuse de conducteurs, que j'ai tout le fondement de croire assez differents entr'eux pour être aussi *moteurs* de fluide électrique, dans leurs contacts mutuels, et de les supposer arrangés de la manière convenable pour pousser ce fluide avec une force suffisante, de haut en bas, ou de bas en haut, et determiner un courant capable de produire la commotion, etc. sitôt, et chaque fois, que tous les contacts et communications nécessaires ont lieu.

Mais laissons maintenant la torpille, et son *organe électrique naturel*, et revenons à l'*organe électrique artificiel* de mon invention, et particulièrement à celui qui imite le premier, même par la forme (car celui à gobelets s'en éloigne à cet egard), revenons à mon premier *appareil à colonne*. J'aurois quelque chose encore à dire par rapport à la construction du dit appareil à gobelets ou *à couronne de tasses*, par exemple, qu'il est bon que la première et la dernière tasse soient assez grandes pour pouvoir y plonger, à l'occasion, toute la main etc.; mais il seroit trop long d'entrer dans tous ces details.

Quant à l'appareil à colonne, j'ai cherché les moyens de l'allonger beaucoup, en multipliant les plateaux métalliques sans qu'elle s'écroulât; de rendre cet instrument commode et portatif, et, sur-tout, durable; et j'ai trouvé, entr'autres, les suivants, que je vous mets sous les yeux, par les figures ci-jointes. (fig. 2, 3, 4).

Dans la fig. 2.e, *m*, *m*, *m*, *m*, sont des montants ou baguettes, au nombre de trois, quatre, ou plus, qui s'élèvent du pied de la colonne, et renferment, comme dans une cage, les plateaux ou disques posés les uns sur les autres, en tel nombre, et jusqu'à la hauteur qu'on veut, et les empêchent ainsi de tomber. Les baguettes peuvent être de verre, de bois, ou de mètal; seulement, dans ce dernier cas, il faut empêcher qu'elles touchent immédiatement les plateaux; ce

Digitized by Google

qu'on peut faire, ou en couvrant chacune de ces baguettes métalliques avec un tube de verre, ou en interposant entre celles-ci et la colonne, quelques bandes de toile cirée, de papier huilé, ou même de papier simple, ou tout autre corps enfin, qui soit ou *cohibent* ou mauvais conducteur: le bois, ou le papier, le sont assez pour notre cas, pourvu seulement qu'ils ne soient pas extrêmement humides, ou mouillés.

Mais le meilleur espédient, lorsqu'on veut former l'appareil d'un nombre très-grand de plateaux, au-delà, par esemple, de 60, 80, 100, est de partager la colonne en deux ou plusieurs, comme on voit dans les figures 3 et 4 où les pièces ont toutes leurs positions et communications respectives, comme si c'étoit une seule colonne. On peut en effet regarder la fig. 4.e, aussi bien que la 3.e, comme une colonne repliée.

Dans toutes ces figures, les plateaux métalliques différents sont designés par les lettres *A* et *Z*; (qui sont les initielles d'*argent* et de *zinc*); et les *disques mouillés* (de carton, de peau, etc.) interposés à chaque couple de ces métaux, par une couche noire.

Les lignes ponctuées marquent l'union d'un métal avec l'autre, dans chaque couple, leur contact mutuel par un nombre quelconque de points; ce qui est indifférent, ou qu'ils sont soudés ensemble, ce qui est bien à plus d'un égard; *c c*, *c c*, *c c*, sont des plaques métalliques qui font communiquer une colonne, ou section de colonne, à l'autre; et *b*, *b*, *b*, *b*, *b*, sont les bassins d'eaux, en communication avec les pieds ou extrémités des colonnes.

Un appareil ainsi monté est assez commode, pas volumineux, et on pourroit le rendre encore plus facilement et plus sûrement portatif, à l'aide de quelques étuis ou canons, dans lesquels on enfermeroit et garderoit chaque colonne. C'est dommage seulement qu'il ne dure pas long-tems en bon état; les disques mouillés se desséchant, dans un ou deux jours, au point qu'il faut les humecter de nouveau; ce qu'on peut faire pourtant, sans démonter tout l'appareil, en plongeant les colonnes toutes faites dans l'eau, et (les ayant retirées quelques tems après) les essuyant à l'extérieur avec un linge, ou autrement, le mieux qu'on peut.

La meilleure manière d'en faire un instrument aussi durable qu'on peut le souhaiter, seroit d'enfermer et retenir l'eau interposée à chaque couple de métaux, et de fixer ces mêmes plateaux à leurs

Digitized by Google

places, en enveloppant de cire ou de poix toute la colonne; mais la chose est un peu difficile pour l'exécution, et exige beaucoup de patience. J'y ai pourtant réussi; et j'ai formé, de cette manière, deux cilindres de 20 couples métalliques, qui me servent encor assez bien, après quelques semaines, et serviront, j'espère, après des mois.

On a la commodité de pouvoir employer ces cilindres aux expériences, non seulement debout, mais inclinés, ou couchés, comme on veut, et même plongés dans l'eau, la tête seulement dehors: ils pourroient encore donner la commotion plongés entièrement, s'ils contenoient un nombre plus grand de plateaux, ou si plusieurs de ces cilindres étoient joints ensemble, et qu'il y eût quelqu'interruption, qu'on pût ôter à volonté, etc. avec quoi, ces cilindres imiteroient assez bien l'anguille tremblante; pour mieux ressembler à laquelle, même dans l'extérieur, ils pourroient être joints ensemble par des fils métalliques pliables, ou des ressorts à boudin, et être couverts dans toute la longueur d'une peau, et se terminer en une tête et en une queue, bien configurées etc..

Les effets sensibles à nos organes que produit un appareil formé de 40, ou 50 paires de plateaux (et même un moins grand, si l'un des métaux étant argent ou cuivre, l'autre est zinc), ne se réduisent pas simplement aux commotions: le courant de fluide électrique, mu et sollicité par un tel nombre et espèces de conducteurs differents, argent, zinc, et eau, alternativement disposés de la manière décrite, n'excite pas seulement des contractions et spasmes dans les muscles, des convulsions plus ou moins violentes dans les membres qu'il traverse dans son cours, mais il irrite aussi les organes du goût, de la vue, de l'ouie, et du tact, proprement dit, et y produit des sensations propres à chacun.

Et, premièrement, quant au sens du tact; si, au moyen d'un ample contact de la main (bien humectée), avec une lame métallique, ou mieux, en plongeant la main profondément dans l'eau du bassin, j'établis d'un côté une bonne communication avec une des extrémités de mon *appareil électro-moteur* (il faut donner de nouveaux noms à des instruments nouveaux, non seulement par la forme, mais aussi par les effets, ou par le principe d'où ils dependent), et de l'autre côté j'applique le front, la paupière, le bout du nez, aussi humectés, ou quelque autre partie du corps où la peau soit assez délicate; j'applique, dis-je, avec un peu de pression, quelqu'une de

Digitized by Google

ces parties délicates, bien humectées, contre la pointe d'un fil métallique, qui va communiquer convenablement à l'autre extrémité du dit appareil, je sens, au moment que s'accomplit ainsi le cercle conducteur, à l'endroit touché de la peau, et un peu au-delà, un coup et une piqûre, qui passent vite, et se repètent autant de fois qu'on interrompt et rétablit ce cercle; de sorte que, si ces alternatives sont fréquentes, elles me causent un trémoussement, et un picotement fort désagréable. Mais, si toutes la communications continuent sans ces alternatives, sans la moindre interruption du cercle, je ne ressens plus rien pour quelques moments; passés lesquels, commence à la partie appliquée au bout du fil métallique, une autre sensation, qui est une douleur aigue (sans secousse), limitée précisément aux points du contact, une cuisson, non seulement continuée, mais qui va toujours en augmentant, au point de devenir en peu de tems insupportable, et qui ne cesse qu'en interrompant le cercle.

Quelle preuve plus évidente de la continuation du courant électrique, pour tout le tems que les communications des conducteurs qui forment le cercle continuent? et que seulement en interrompant celui-ci, un tel courant est suspendu? cette circulation sans fin du fluide électrique (ce *mouvement perpetuel*), peut paroitre paradoxe, peut n'être pas explicable: mais elle n'en est pas moins vraie et réelle, et on la touche, pour ainsi dire, des mains. Une autre preuve évidente peut aussi se tirer, de ce que, dans ces sortes d'expériences, on éprouve souvent, au moment qu'on interrompt brusquement le cercle, un coup, une piqûre, une commotion, suivant les circonstances, tout comme au moment qu'on le complete; avec la seule différence, que ces sensations, causées par une espèce de reflux du fluide électrique, ou par la secousse qui naît de la suspension soudaine de son courant, sont plus foibles. Mais je n'ai pas besoin, et ce n'est pas ici le lieu, d'alléguer les preuves d'une telle circulation sans fin du fluide électrique, dans un cercle de conducteurs, où il y en a qui, pour être de différente espèce, font par leur contact mutuel l'office d'excitateurs ou *moteurs*: cette proposition, que j'ai avancée dès mes premières recherches et decouvertes au sujet du GALVANISME, et toujours soutenue, en l'appuyant de nouveaux faits et espériences, n'aura plus, j'espère, de contradicteurs.

Revenant à la sensation de douleur qu'on éprouve dans les expériences décrites ci-dessus, je dois ajouter, que si cette douleur est

Digitized by Google

assez forte et piquante dans les parties que la peau recouvre, elle l'est beaucoup plus où la peau a été enlevée, dans les blessures, par exemple, et les plaies recentes. Si par hazard il y a une petite incision, ou écorchure, au doigt que je plonge dans l'eau communiquante avec une des extrémités de l'appareil électro-moteur, j'y ressens une douleur si vive et si cuisante, lorsqu'en établissant la communication convenable avec l'autre extrémité j'en complete le cercle, que je dois bien tôt me désister de l'expérience, c'est-à-dire, retirer le doigt, ou interrompre de quelque autre manière ce cercle. Je dirai de plus, que je ne puis pas même resister au-delà de quelques secondes, lorsque la partie de l'appareil que je mets en jeu, ou l'appareil entier, ne va qu'à 20 couples métalliques, où environ.

Une chose que je dois encore faire remarquer, c'est, que toutes ces sensations de picotement et de douleur sont plus fortes et plus aigues, les autres choses égales, lorsque la partie du corps qui doit les ressentir se trouve du côté de l'électricité négative, c'est-à-dire, placée de manière dans le cercle conducteur, que le fluide électrique parcourant ce cercle, ne soit pas dirigé contre cette partie sensible, qu'il ne s'avance pas vers elle et y entre de dehors en dedans, mais bien que sa direction soit de dedans en dehors, en un mot, qu'il en sorte: par rapport à quoi, il faut connoître, des deux métaux qui entrent par couples dans l'appareil construit, quel est celui qui donne à l'autre. Or, j'avois déjà déterminé cela pour tous le métaux, par d'autres expériences, publiées il y a longtems, à la suite de mes premiers mémoires au sujet du GALVANISME. Je ne dirai donc ici autre chose, sinon que tout est pleinement confirmé, par les expériences également et encore plus démonstratives et éclatantes, qui m'occupent à présent.

Par rapport au sens du goût, j'avois déjà découvert, et publié dans ces premiers mémoires, où je me vis obligé de combattre la prétendue électricité animale de GALVANI, et de la déclarer une électricité extrinséque, mue par le contact mutuel des métaux de différente espèce; j'avois, dis-je, découvert, en conséquence de ce pouvoir que j'attribuois aux métaux, que deux pièces de ces métaux différents, et singulièrement une d'argent et une de zinc, appliquées convenablement, excitoient, sur le bout de la langue, des sensations de saveur trés-marquées; que la saveur étoit decidément acide, si le bout de la langue étant tourné vers le zinc, le cou-

Digitized by Google

rant électrique alloit contre lui, et entroit; et qu'une autre saveur, moins forte, mais plus désagréable, acre, et tirante à l'alcalin, se faisoit sentir, si (la position des métaux étant renversée) le courant électrique sortoit du bout de la langue; que ces sensations, au surplus continuoient, et recevoient même des accroissements, pendant plusieurs secondes, si le contact mutuel des deux métaux se soutenoit, et le cercle conducteur n'étoit nulle part interrompu. Or, quand j'ai dit ici, que les mêmes phénomènes arrivent ponctuellement, lorsqu'on met à l'épreuve, au lieu d'une seule couple de ces piéces métalliques, un assemblage de plusieurs, arrangés comme il faut; et que les dites sensations de saveur, soit acide, soit alcaline, augmentent, mais peu, avec le nombre de ces couples, j'ai presque tout dit. Il me reste seulement à ajouter, que si l'appareil qu'on met en jeu pour ces expériences sur la langue, est formé d'un nombre assez grand de couples métalliques de cette espèce, si, par exemple, il en contient 30, 40, ou davantage, la langue n'éprouve pas uniquement la sensation de saveur qu'on vient de dire, mais, en outre, celle d'un coup, qui la frappe à l'instant qu'on complete le cercle, et qui lui cause une piqûre plus ou moins douloureuse, mais passagère, suivie, quelques moments après, de la sensation durable de saveur. Ce coup produit même une convulsion, ou trémoussement, d'une partie, ou de toute la langue, lorsque l'appareil, formé d'un plus grand nombre encore de couples des dits métaux, est plus actif, et que, moyennant de bonnes communications conductrices, le courant électrique qu'il excite peut passer partout, avec assez de liberté.

Je reviens souvent, et j'insiste, sur cette dernière condition, par ce qu'elle est essentielle, pour toutes les expériences où il s'agit d'obtenir des effets bien sensibles sur notre corps, soit des commotions dans les membres, soit des sensations dans les organes des sens. Il faut donc, que les conducteurs non-métalliques qui entrent dans le cercle, soient des bons conducteurs autant que possible, bien imbibés (s'ils ne sont pas des liquides eux-mêmes) d'eau, ou de quelque autre fluide plus conducteur que l'eau pure; et il faut, outre cela, que les surfaces bien humides, par lesquelles ils communiquent avec les conducteurs métalliques, et sur-tout entr'eux, soient assez larges. La communication doit seulement être retrecie, ou réduite à un petit nombre de points de contact, là où l'on veut concentrer l'action électrique sur une partie des plus sensibles du corps, sur

Digitized by Google

quelque nerf des sens etc. comme je l'ai déjà fait remarquer, à propos des expériences sur le tact, savoir, des expériences par lesquelles on excite des douleurs aigues dans différentes parties. Ainsi donc, la meilleure manière que j'ai trouvée, de produire sur la langue toutes les sensations décrites, est d'appliquer son bout contre l'extrémité pointue (qui ne le soit pas pourtant trop) d'une verge métallique, que je fais communiquer convenablement, comme dans les autres expériences, à une des extrémités de mon appareil, et d'établir une bonne communication de la main, ou, ce qui est mieux, des deux mains ensemble, avec l'autre extrémité. Cette application du bout de la langue au bout de la verge métallique, peut, au reste, ou exister déjà, lorsqu'on va faire l'autre communication pour compleler le cercle (lorsqu'on va plonger la main dans l'eau du bassin), ou se faire après l'établissement de cette communication, pendant que la main se trouve plongée; et, dans ce dernier cas, je crois sentir la piqûre et la secousse dans la langue, un tant-soit-peu avant le véritable contact. Oui, il me paroit toûjours particulièrement si je avance peu-à-peu le bout de la langue, que lorsq'il est arrivé à une très-petite distance du métal, le fluide électrique (je voudrois presque dire l'étincelle), franchissant cet intervalle, s'élance pour le frapper.

A l'égard du sens de la vue, que j'avois aussi découvert pouvoir être affecté par le foible courant du fluide électrique, procédant du contact mutuel de deux métaux différents, en général, et en particulier d'une piéce d'argent avec une de zinc, je devois m'attendre, que la sensation de lumière excitée par mon nouvel appareil, seroit plus forte, à mesure qu'il contiendroit un plus grand nombre de piéces de ces métaux; chaque couple desquels, arrangées comme il faut, ajoute un dégré de force au dit courant électrique, comme toutes les autres expériences le montrent, et notamment celles avec l'électrométre, aidé du condensateur, que j'ai seulement indiquées, et que je décrirai ailleurs. Mais, je fus surpris de trouver, qu'avec 10, 20, 30 couples, et davantage, l'éclair produit ne paroissoit ni plus long et étendu, ni beaucoup plus vif, qu'avec une seule couple. Il est vrai, cependant, que cette sensation de lumière foible, et passagère, est excitée par un tel appareil plus aisément, et de plusieurs manières. En effet, pour réussir avec une seule couple, il n'y a, à-peu-près, que les manières suivantes; savoir, ou qu'une des piéces métalliques soit appliquée au bulbe même de l'oeil, ou à la paupière, bien

Digitized by Google

humectée, et qu'on la fasse toucher à l'autre métal appliqué à l'autre oeil, ou tenu dans la bouche, ce qui donne le plus bel éclair; ou, qu'on empoigne cette seconde piéce métallique, avec la main bien humectée, et qu'on la porte au contact de la première; ou enfin, qu'on applique ces deux lames à certaines parties de l'intérieur de la bouche, en les faisant aussi communiquer entr'elles. Mais, avec un appareil de 20, 30 couples, etc. on produit le même éclair, en appliquant au bout d'une lame ou verge métallique, qui soit en communication avec une des extremités de cet appareil, tandis que d'une main on communique convenablement avec l'autre extremité; en appliquant, dis-je, ou faisant toucher à cette lame, non seulement l'oeil, ou quelque partie que ce soit de la bouche, mais le front, le nez, les joues, les levres, le menton, et jusqu'à la gorge; en un mot, toutes les parties et points du visage, qu'on doit seulement avoir bien humectés, avant de les porter au contact de la lame métallique. Au reste, la forme, comme la force, de cette lumière passagère qu'on aperçoit, varie un peu, en variant les endroits de la face sur lesquels on porte l'action du courant électrique; si c'est sur le front, par exemple, cette lumière est médiocrement vive, et paroit comme un cercle lumineux, sous laquelle figure elle se présente aussi dans plusieurs autres essais.

Mais la plus curieuse de toutes ces expériences, est de tenir la lame métallique serrée entre les levres, et en contact du bout de la langue; puisque, lorsqu'on vient ensuite completer le cercle, de la maniere convenable, on excite à la fois, si l'appareil est suffisamment grand, en bon ordre, et le courant électrique assez fort et en bon train, une sensation de lumière dans les yeux, une convulsion dans les levres, et même dans la langue, une piqûre douloureuse sur son bout, suivie enfin de la sensation de saveur.

Je n'ai plus qu'à dire un mot sur l'ouie. Ce sens, que j'avois inutilement cherché à exciter avec deux seules lames métalliques, quoique les plus actives entre tous les *moteurs* d'électricité, savoir, une d'argent, ou d'or, et l'autre de zinc, je suis enfin parvenu à l'affecter avec mon nouvel appareil, composé de 30 ou 40 couples de ces métaux. J'ai introduit, bien avant dans les deux oreilles, deux espèces de sondes ou verges métalliques, avec les bouts arrondis; et je les ai fait communiquer immédiatement aux deux extrémités de l'appareil. Au moment que le cercle a été ainsi complété, j'ai

Digitized by Google

reçu une secousse dans la tête; et, quelques moments après (les communications continuant sans aucune interruption), j'ai commencé à sentir un son, ou plutôt un bruit, dans les oreilles, que je ne saurois bien définir; c'etoit une espèce de craquement à secousse, ou pétillement, comme si quelque pâte ou matière tenace bouillonnoit. Ce bruit continua sans relâche, et sans augmentation, tout le temps que le cercle fut complet, etc.. La sensation désagréable, et que je craignis dangereuse, de la secousse dans le cerveau, a fait que je n'ai pas repété plusieurs fois cette expérience.

Reste le sens de l'odorat, que j'ai tenté jusqu'ici inutilement, avec mon appareil. Le fluide electrique, qui mis en courant dans un cercle complet de conducteurs, produit dans les membres et parties des corps vivants qui se trouvent comprises dans ce cercle, des effets correspondants à leur excitabilité; qui, stimulant particulièrement les organes ou nerfs du tact, du goût, de la vüe, et de l'ouie, y excite quelques sensations propres à chacun de ces sens, comme nous avons trouvé, ne produit, dans l'intérieur du nez, qu'un picotement plus ou moins douloureux, et des commotions plus ou moins étendues, selon que le dit courant est plus ou moins fort. Et d'où vient donc, qu'il n'y excite aucune sensation d'odeur, quoiqu'il arrive, comme il paroit, à stimuler les nerfs de ce sens? On ne peut pas dire, que le fluide électrique, par lui-même, ne soit pas propre à produire des sensations odorantes; puisque, lorsqu'il se repand dans l'air, en forme d'aigrettes, etc. dans les expériences ordinaires des machines électriques, il porte au nez une odeur trés-marquée, ressemblante à celle du phosphore. Je dirai donc, avec plus de ressemblance, et sur un fondement d'analogie avec les autres matières odoriférantes, qu'il faut justement qu'il se repande dans l'air, pour exciter l'odorat; qu'il a besoin, comme les autres effluves, du vehicule de l'air, pour affecter ce sens de la manière propre à y faire naître les sensations d'odeur. Or, dans les expériences dont il est question, c'est-à-dire, du courant électrique dans un cercle de conducteurs tous contigus, et sans la moindre interruption, cela ne peut absolument avoir lieu.

Tous les faits que j'ai rapportés dans ce long écrit, touchant l'action que le fluide électrique, incité et mu par mon appareil, exerce sur les différentes parties de nostre corps, que son courant envahit et traverse; action qui, au surplus, n'est pas momentanée, mais

Digitized by Google

soutenue et durable pour tout le tems que, les communications n'étant point interrompues, ce courant suit son train; action, enfin, dont les effets varient suivant la différente excitabilité de ces parties, comme on a vu; tous ces faits, déjà assez nombreux, et d'autres qu'on pourra encore découvrir, en multipliant et variant les expériences de ce genre, vont ouvrir un champ assez vaste de réflexions, et des vues, non seulement curieuses, mais intéressantes particulièrement la médecine. Il y en aura pour occuper l'anatomiste, le physiologiste, et le practicien.

On sçait, par l'anatomie qui en a été faite, que l'organe électrique de la torpille, et de l'anguille tremblante, consiste en plusieurs colonnes membraneuses, remplies d'un bout à l'autre d'un grand nombre de lames ou pellicules, en forme de disques très-minces, couchées les unes sur les autres, ou soutenues à de très-petits intervalles, dans lesquels coule, comme il paroit, quelque humeur. Or, on ne peut pas supposer, qu'aucune de ces lames soit isolante, comme le verre, les resines, la soye, etc. et moins encore, qu'elles puissent, ou s'électriser par frottement, ou être disposées et chargées à la manière de petits tableaux Frankliniens, ou de petits électrophores; ni même, qu'elles soient d'assez mauvais conducteurs pour faire l'office d'un bon et durable condensateur, comme l'a imaginé Mr. NICHOLSON. L'hypothèse de ce savant et laborieux physicien, par laquelle il fait de chaque paire de ces pellicules, qu'il voudroit comparer à des feuilles de talc, autant de petits *électrophores* ou *condensateurs*, est, à la vérité trés-ingenieuse; c'est peut-être ce qu'on a imaginé de mieux pour l'explication des phénomènes de la torpille, en se tenant aux principes et lois connues jusqu'ici en électricité. Mais, outre que le mécanisme par lequel devroit s'opérer, pour chaque coup que ce poisson voudroit donner, la séparation respective des plateaux, de tous ou d'un grand nombre de ces électrophores ou condensateurs; devroient, dis-je, s'opérer toutes ces séparations à la fois, et s'établir, d'un côté une communication entr'eux de tous les plateaux *électrisés en plus*, et, de l'autre côté, une communication de tous ceux *électrisés en moins*, comme le veut Mr. NICHOLSON; outre que ce mécanisme trés-compliqué paroit trop difficile, et peu naturel; outre que la supposition d'une charge électrique, originairement imprimée, et si durable, dans ces pellicules faisant l'office d'électrophores, est tout-à-fait gratuite; une telle hypothèse tombe entièrement, vu que ces pelli-

Digitized by Google

cules de l'organe de la torpille ne sont, et ne peuvent être, aucunement isolantes, ou susceptibles d'une véritable charge électrique, et moins encore capables de la retenir. Toute substance animale, tant qu'elle est fraiche, entourée d'humeurs, et plus ou moins succulente elle-même, est un assez bon conducteur: je dis plus; bien loin d'être aussi *cohibente* que les résines, ou le talc, aux feuilles du quel Mr. NICHOLSON cherche à comparer les pellicules dont il est question, il n'y a point, comme je me suis assuré, de substance animale vivante, ou fraiche, qui ne soit meilleur *déférente* que l'eau, excepté seulement la graisse, et quelques humeurs huileuses. Mais, ni ces humeurs, ni la graisse, sur-tout à demi fluide, ou fluide entièrement, comme elle se trouve dans les animaux vivants, peut recevoir une charge électrique, à la manière des lames isolantes, et la retenir; d'ailleurs, on ne trouve pas, que les pellicules et les humeurs de l'organe de la torpille soient graisseuses ou huileuses. Ainsi donc, cet organe, formé uniquement de substances conductrices, ne peut être rapporté, ni à l'électrophore ou condensateur, ni à la bouteille de Leyde, ni à une machine quelconque excitable, soit par frottement, soit par quelque autre moyen capable d'électriser des corps isolants, qu'on a toujours crus, avant mes découvertes, les seuls originairement électriques.

A quelle électricité donc, à quel instrument, doit-il être comparé, cet organe de la torpille, de l'anguille tremblante, etc.? à celui que je viens de construire, d'après le nouveau principe d'électricité que j'ai découvert il y a quelques années, et que mes expériences successives, sur-tout celles qui m'occupent maintenant, ont si bien confirmé, savoir, que les conducteurs sont aussi, dans certains cas, moteurs d'électricité, dans le cas du contact mutuel de ceux, de différente espèce, etc. à cet appareil, que j'ai nommé *Organe électrique artificiel*, et qui, étant dans le fond le même que l'organe naturel de la torpille, le ressemble encore pour la forme, comme j'ai déjà avancé.

Digitized by Google

Digitized by Google

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXVII** (*A*)

Dalla:

MEMORIA
DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA
SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO
COL
FLUIDO GALVANICO

– Parte Prima –

NOTA.

In questa Memoria il Volta, esposte le obiezioni, che si propone di risolvere per provare che la forza elettromotrice ha principalmente sede nel contatto fra metalli diversi, pone in evidenza la debole tensione suscitata nel contatto fra argento e zinco, ne misura il grado elettrometrico, dimostra la proporzionalità di questo al numero delle coppie dell'apparato, e dopo avere esposte delle considerazioni intorno alle possibilità di apparati elettromotori formati da conduttori della stessa classe, termina confrontando le scosse date dalle batterie con quelle date dal suo nuovo apparato.

Il Volta lesse a Parigi la sua Memoria sulla identità del fluido elettrico col fluido galvanico, nelle sedute del 28 ottobre, 12 novembre

Digitized by Google

e 22 Novembre 1801, dell'Istituto Nazionale di Scienze, alle quali intervenne sempre il primo Console Bonaparte.

Il 2 dicembre 1801 il Biot, a nome della Commissione incaricata dall'Istituto Nazionale di Scienze di occuparsi delle esperienze galvaniche, stendeva il rapporto sulle esperienze compiute dal Volta, ed accogliendo la domanda di un Membro dell'Istituto (lo stesso primo Console Bonaparte), proponeva di offrire al Volta la medaglia d'oro dell'Istituto.

Il 23 giugno 1802 il Ministro degli Interni trasmetteva alla Classe di Scienze dell'Istituto Nazionale di Francia la copia di una lettera del Primo Console riguardante la fondazione di un premio per i più cospicui studii e risultati nel campo dell'Elettricità e del Galvanismo (vedansi le note storiche pubblicate in fine al n. XXVII del Vol. II dell'Ediz. Naz.).

Digitized by Google

Ho addotte in uno degli antecedenti Scritti le ragioni, che ho avuto fin dapprincipio per credere, e le molte che si aggiunsero in seguito, in un coi più chiari indizj, per sostenere che il così detto *fluido* od *agente galvanico* altro non è che il *vero* e *genuino fluido elettrico*. Ho fatto sentire che queste ragioni e indizj sono così evidenti e dimostrativi, che sarebbe egli e una pertinacia, e un vero scandalo il voler ancora negare una tale identità, o il solo dubitarne; e che suona male per fino l'espressione di *Elettricità Galvanica* introdotta da alcuno, non che il nome che molti vorrebbero ritenere di *agente*, o *fluido galvanico*. Ma passi per i nomi e le parole, purchè si convenga nella cosa. Non dubito che tutti ne converranno alla fine. Per giungere però più presto a un tal consenso universale, e far cessare ogni contesa, veggio essere necessario il dissipare intieramente quell'obbiezioni e difficoltà, che sono state messe in campo, e delle quali non mi son fatto carico nel detto Scritto. Lo farò dunque in quest'altro che ne formerà, se si vuole, una continuazione, sebbene possa stare anche da se, o far corpo con altre consecutive Memorie; e prenderò così occasione di sviluppare vie meglio la mia teoria.

§ I. Queste difficoltà che trattengono ancora molti dal riconoscere una piena e perfetta identità del fluido elettrico e galvanico, ed hanno suggerito ad alcuni la strana idea di un altro fluido particolare, si riducono alle seguenti:

1° La pretesa mancanza di alcuni de' segni elettrici, e la debolezza degli altri, in confronto delle forti scosse, delle sensazioni di dolore ecc., che cagionano con i detti apparati galvanici, anche semplici, conosciuti da un pezzo, e consistenti nell'accozzamento di due metalli di specie diversa, segnatamente argento e zinco; e

Digitized by Google

molto più i composti che ho io recentemente inventati e messi in voga, formati cioè da molte coppie di cotai metalli diversi comunicanti l'una all'altra per mezzo di conduttori non metallici, ossia conduttori umidi.

2° Il mostrarsi non conduttori del principio o fluido in questione, di quello cioè che gioca sì nelle sperienze già note da un pezzo e designate col nome di sperienze galvaniche, che in queste recenti e affatto analoghe, che si fanno col detto mio apparato di nuova invenzione; il mostrarsi, come pare, non conduttori, il trattenere od impedirne l'azione, alcuni corpi, che sono pur buoni e tengonsi anzi per eccellenti conduttori dell'elettricità, come l'aria molto diradata, e singolarmente la fiamma.

3° I sì marcati e mirabili effetti chimici, che il medesimo apparato produce, di decomposizione cioè dell'acqua, e di altri fluidi, di pronte termossidazioni de' metalli, ecc.: i quali effetti, dicesi, non si vede come attribuir si possano a quella così debole elettricità, che si manifesta in tal apparato con segni nulla o ben poco sensibili ai delicati elettrometri; quando l'assai più forte e strepitante delle macchine elettriche ordinarie, che vibra ed innalza a molti gradi degli elettrometri più pesanti; quando una copiosa corrente di fluido elettrico, che con queste macchine si ecciti, e si mantenga per eguale spazio di tempo, ed anche più lungamente, non si vede che li produca.

Queste sono finalmente, o a queste si riducono tutte le difficoltà, che possono lasciare ancora de' dubbj in chi per avventura non è abbastanza versato nella scienza e pratica dell'elettricità, specialmente in quella parte che riguarda l'elettrometria: i quali dubbj e difficoltà mi conviene perciò sciogliere, portando su tal materia gli opportuni schiarimenti.

§ II. *Per venirne a capo* sarà bene prima di tutto determinare, se non coll'ultima esattezza, con qualche precisione, il grado di forza, con cui il fluido elettrico è spinto dall'uno nell'altro di due conduttori di specie diversa, i quali applicati a mutuo contatto sono, non già semplicemente conduttori, ma nello stesso tempo anche *incitatori* o *motori* di esso fluido, come fin dalle mie prime scoperte intorno al Galvanismo gli ho chiamati (veggansi tutte le mie Memorie sopra questo soggetto pubblicate dal 1792 fino al 1798). Sceglieremo a tal uopo fra i metalli, che per tale virtù motrice superano di lunga mano i conduttori non metallici, o di seconda classe, così

Digitized by Google

da me detti, che sono poi i conduttori umidi, sceglieremo fra i primi due de' più diversi, ossia rispettivamente più attivi, quali sono l'argento, o puro, o legato con rame a varie dosi, come si truova per esempio nelle monete, e il zinco, parimente puro, o legato con più o meno di stagno, o di stagno e piombo insieme: le quali leghe ho trovato che fino a certe proporzioni non diminuiscono notabilmente, e in alcune dosi accrescono piuttosto la virtù sì dell'argento, che dello zinco. Questi dunque ben netti e tersi, ove si tocchino per uno o più punti (ciò che è indifferente, sol che si tocchino veramente a nudo) sbilanciano e smuovono il fluido elettrico in guisa, che passa esso dall'argento nello zinco, diradandosi in quello, e condensandosi in questo; e in tale stato di condensazione nell'uno e rarefazione nell'altro mantiensi, ove i detti metalli altra comunicazione non abbiano, altri conduttori cioè, da cui ripeter possa l'argento il fluido perso, e in cui versar possa il zinco l'acquistato; al che pur tendono con forza proporzionata al seguìto sbilancio.

Or dunque fino a qual segno viene sbilanciato il fluido elettrico, diminuito cioè nell'argento, ed accresciuto nello zinco? Fino al punto di produrre in questo una tensione di elettricità per eccesso, od *in più* (El. +), e in quello una di elettricità per difetto o *in meno* (El. —), eguali l'una e l'altra ad $^1/_{60}$ circa di grado del mio elettrometro a paglie sottili. Vedremo tosto su quali dati si fonda una tal determinazione.

§ III. Siffatta tensione elettrica, che arriva appena ad $^1/_{60}$ di grado, è certamente troppo debole per potersi manifestare a dirittura, e render sensibile, non che al detto elettrometro a paglie, ma a quello pur anche di BENNET a listarelle di foglia d'oro, quattro volte circa più mobile, e il più delicato che siasi fin ora costrutto. Ma posso ben io renderla sensibile una sì fiacca elettricità, e farle dare de' segni abbastanza marcati, onde riconoscere eziandio la specie, distinguere cioè l'El. +, e l'El. —, ricorrendo al *condensatore*, stromento per queste ed altre ricerche veramente prezioso. Convien però che sia esso condensatore ben costrutto, ed in buon ordine.

§. IV. Il migliore, di cui mi servo più comunemente, è quello descritto nel precedente Scritto, e che non sarà inutile il descrivere qui di nuovo, per farne rilevare vie meglio le condizioni, a cui è dovuta la sua bontà ed eccellenza. Consiste dunque in due dischi o piattini d'ottone di 2 in 3 pollici di diametro ben piani ed uniti; (ot-

Digitized by Google

timo riesce lo smerigliarli un sopra l'altro fino al segno che posti a congruo combaciamento tengansi fra loro con forte adesione), ed intonacati nelle faccie con cui debbono applicarsi l'uno all'altro, allorchè si adoprano ad uso di condensatore, di un ben sottile strato di ceraSpagna, o meglio di un più sottile ancora di buona vernice di lacca, di coppale, o d'ambra; tantochè trovisi, stando quei due dischi a mutuo combaciamento, una sottilissima lamina o velo coibente che li dirima, ossia ne impedisca il contatto metallico, ma nello stesso tempo dìstino essi piani metallici un dall'altro il meno possibile; nel che consistono le condizioni di un ottimo condensatore, massime ove si tratta di accumulare un'elettricità estremamente debole. Ad uno di questi dischi poi, o ad ambedue, è adattato un manico di vetro incrostato di ceralacca, per istaccarli, quando conviene, uno dall'altro ad un tratto, e levar in aria questo o quello perfettamente isolato, ecc.

Mi servo anche di altri dischi o piatti di qualsisia metallo, oppur di legno (e questi ultimi mi riescono più comodi, potendo farli più grandi, senza che sieno troppo pesanti, e bastando che sian coperti tai piatti di legno in tutto o in parte di foglie di stagno o di carta argentata), quali dischi, sian di metallo, sian di legno inargentato, io vesto nelle faccie, con cui devono applicarsi l'uno all'altro, di un velo di seta, di un pezzo d'incerato, o di taffetà verniciato: mi servo dico, anche di questi per condensatori con abbastanza buon successo, però con minore vantaggio; giacchè l'elettricità portata ed accumulata, come che sia, nell'un piatto, ancorchè trovisi sostenuta ossia controbilanciata dall'elettricità contraria, che contrae il piatto compagno comunicante col suolo (per la nota azione delle atmosfere elettriche, a cui si riporta il giuoco del condensatore), non vi si conserva lungamente, fuori del caso che sieno tali intonachi asciuttissimi, massime quello d'incerato, che di sua natura è troppo poco coibente, ma mal rattenuta da tali coibenti imperfetti interposti trapassa da quel piatto a questo in pochi minuti, o secondi; laddove ne' piattelli incrostati di buona ceralacca, o di vernice resinosa, vi rimane confinata l'elettricità per delle ore, seppur non sieno manifestamente umide e quasi bagnate le faccie, od estremamente umido l'ambiente.

§ V. Posto dunque in ordine un tale buon condensatore, faccio la seguente sperienza fondamentale. Pongo a contatto un pezzo

Digitized by Google

d'argento puro, o con lega, una moneta, p. es., con un pezzo o lastretta di zinco, oppure gli unisco a vite, o inchiodandoli, o con saldatura metallica qualunque, o in altre qualsiasi maniere, sol che il contatto si faccia tra metallo e metallo: gli unisco nel modo indicato, o in qual altro più mi piace; e prendendo fralle dita il pezzo *z* di zinco faccio comunicare l'altro *a* di argento per qualche momento al piattino superiore del condensatore, mentre l'inferiore comunica, come dee, col suolo; ritirata indi tal coppia di lastrette *az*, ed alzato detto piattino superiore, a cui venne comunicata l'elettricità dalla lastretta d'argento *a* (e vi si è raccolta ed accumulata corrispondentemente alla capacità, e virtù collettrice, di cui godea esso piattello stando accoppiato al compagno, in grazia dell'elettricità contraria che questo avente comunicazione col suolo veniva contraendo, conforme alla nota teoria del condensatore), ecco che dispiega un'elettricità per difetto (El. —) di 2 in 3 gradi, e talvolta fino di 4 del mio elettrometro a paglie sottili, come esso piattino lo dimostra avvicinandolo a detto elettrometro, e adducendolo al contatto del di lui cappelletto.

§ VI. Se all'opposto prendo fralle dita il pezzo *a*, cioè la lastretta di argento, e fo comunicare al piatto collettore (chiamerò da quì innanzi così quello de' due dischi del condensatore, a cui direttamente viene impartita l'elettricità, e che non comunicando col suolo, sta applicato convenientemente all'altro, che vi comunica) la lastretta di zinco *z*; levato indi esso collettore in alto, e portato similmente a toccare il cappelletto dell'elettrometro, manifesta di nuovo 2, 3, 4 gradi di elettricità, ma di elettricità per eccesso (El. +).

§ VII. È troppo necessario avvertire, che in questa seconda sperienza la lastretta di zinco non deve già toccare immediatamente il piatto collettore, s'esso è di rame; giacchè spingendo questo metallo quasi con egual forza che l'argento il fluido elettrico nello zinco, troverebbesi la nostra lastretta *z* compresa così fra l'argento e il rame, in mezzo a due forze presso a poco eguali dirette in senso opposto, ossia l'una contro l'altra, le quali si eliderebbero per conseguenza in modo, che poco, e nulla quasi di fluido elettrico verrebbe ad infondersi ed accumularsi entro ad esso collettore; onde niun segno sensibile di elettricità o quasi niuno verrebbe egli quindi a dare alzandolo ecc. Conviene pertanto interporre un qualche altro conduttore non metallico, un conduttore umido qualunque; i quali con-

Digitized by Google

duttori di seconda classe, come li chiamo non hanno un'azione reciproca coi metalli così forte, ossia non sono rispetto ad essi che debolissimi *motori*. Io soglio porre un pezzetto di carton bagnato sopra il piatto collettore, e far toccare a cotesto cartone la lastretta *z*, in tal modo il fluido elettrico spinto continuamente dalla lastretta d'argento *a* in essa lastretta *z* di zinco, passa ulteriormente senza contrasto nel detto conduttore umido, e da questo mano mano nel piatto collettore; dal quale poi levato in alto ottengo li 3 gradi circa di El. + che non ottengo toccando colla medesima lastretta *z* esso piatto di rame a nudo a cagione dell'indicata opposizione di forze.

§ VIII. Riguardo alla sperienza 1ª (§ V), essendo l'argento, che si rivolge verso cotesto piatto di rame, e che gli si fa toccare, non è punto necessaria l'interposizione del cartone bagnato, o d'altro conduttore umido, e riesce di poco o niun vantaggio, per la ragione suddetta (§ prec.), che vi è poca differenza rapporto alla virtù elettrica fra il rame e l'argento, ossia che picciola azione esercitano un sull'altro nel mutuo contatto, pochissimo insomma viene spinto il fluido elettrico dall'argento nel rame, e quindi rimane presso a poco intiera, niente quasi contrariata l'azione, che si esercita nel contatto dell'argento collo zinco a quel luogo, dove le due lastrette *az* stanno unite, l'azione, dico, che con forza assai prevalente spinge esso fluido elettrico dalla prima nella seconda di tali lastrette, onde poi quella impoverita ne prende dal piatto collettore per rifarsi, tantochè questo giunge a manifestare i 3 gradi circa di El. — (§ V).

§ IX. Tengo io dunque per sicuro che nelle riferite sperienze, ed altre analoghe, l'azione sul fluido elettrico si eserciti nel mutuo contatto di metalli diversi; e non, come altri ha creduto, e crede pur ancora, nel contatto di questo o quel metallo con questo o quel conduttore umido. Il confronto della 1ª sperienza (§ V) colla 2ª (§ VI), l'osservarsi cioè che l'elettricità monta egualmente in ambedue coll'ajuto del condensatore ai 3 gradi circa, egualmente, dico, o quasi egualmente, vi sia o non vi sia *di mezzo* il corpo umido, lo indica già abbastanza. Pure potrebbesi ancora sospettare che l'azione elettrica avesse luogo nel contatto della lastretta *a* o *z* colle dita che la reggono, o con altro conduttore umido, che in tali sperienze volesse sostituirsi alle dita.

§ X. Convien dunque per non lasciar luogo a tale obbiezione ripetere le sperienze in modo, che nè la mano, nè alcun altro corpo

Digitized by Google

umido tocchi nè l'una, nè l'altra delle lastre di diverso metallo, che in somma non vi abbiano che contatti metallici: alle quali sperienze procedo in più modi; e in primo luogo attenendomi alle due lastre congiunte *a z*, come qui sopra, ottengo ancora l'effetto, se mentre l'una tocca il piatto del condensatore, l'altra tengasi isolata; e basta solo che questa sia grande assai, o in altra maniera resa molto capace mercè il comunicare coll'uncino di una boccia di Leyden nè carica, nè isolata, onde poter fornire o ricevere sufficiente quantità di fluido elettrico: in tal modo non mancherà esso condensatore di contrarre, se non i 3 gradi di elettricità *positiva*, o *negativa* (secondo che gli si fa comunicare la lastra di zinco o quella d'argento), 2 gradi, od 1 almeno a tenore delle circostanze.

§ XI. Un'altra maniera è quella, che ho descritta ampiamente nelle Lettere a GREN del 1796, e più ancora in quelle ad ALDINI del 1798 (pubblicate negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI), consistente nell'applicare a mutuo contatto de' piattelli di diversi metalli, tenuti ciascuno per un manico isolante, e tosto divelti portarli al cappelletto dell'elettrometro: colle quali sperienze ottenea pure, essendo i due piattelli uno d'argento e l'altro di zinco, e combaciandosi bene in piano (con che oltre il comportarsi in qualità di *motori elettrici*, faceano al medesimo tempo l'officio di condensatori, come ho ivi spiegato), ottenea, dico, i 3 gradi circa di elettricità *positiva* (El. +) dallo zinco, e *negativa* (El. —) dall'argento ecc.

Or dunque tutte queste sperienze, in cui non interviene alcun corpo umido, e il contatto si fa solo tra metallo e metallo, dimostrano ad evidenza che la mossa al fluido elettrico viene data da tale mutuo contatto di metalli diversi.

§ XII. Ma, e quando questo o quel metallo tocca e combacia un conduttore umido, non viene anche per tale contatto data alcuna spinta al fluido elettrico? Sì veramente, come avea io pure scoperto, e dimostrato con altre molte sperienze descritte nelle citate Lettere, e in altre antecedenti Memorie; ma così poco, trattandosi di acqua, sia semplice, sia impregnata di diversi sali, o trattandosi di corpi imbevuti di varj umori, che generalmente non è tale azione da paragonarsi per alcun conto a quella che dispiegasi tra due metalli assai diversi, come zinco e argento, o rame, tranne alcuni forti acidi, liquori alcalini, fegati di solfo, ossia solfuri alcalini, che in contatto di alcuni metalli movono il fluido elettrico assai sensibilmente.

Digitized by Google

§ XIII. Egli è così, che nella sperienza 1ª (§ V), tocchi la lastretta *a*, ossia d'argento il piatto collettore di rame a nudo, o comunichi al medesimo coll'interposizione del cartone bagnato, o di altra sostanza umida, si eccita l'istessa elettricità, e di egual forza presso a poco (§ VIII), cioè a 3 gradi circa di elettricità per difetto (El. —), come parimente si eccitano intorno a 3 gradi di elettricità per eccesso (El. +) nella 2ª sperienza (§ VI) facendo comunicare al condensatore la lastra *z* coll'interposizione del corpo bagnato, necessaria in questo caso per la ragione spiegata (§ VII).

§ XIV. Tali dunque sono i segni, che ottengo ogni volta che trovandosi uniti, o posti in qualsisia modo a mutuo contatto un pezzo qualunque d'argento e uno qualunque di zinco (giacchè la figura sopra indicata (§ V) è posta soltanto per esempio, e può del resto cambiarsi e forma e grandezza di ciascuna delle lastre, e maniere ed estensione di contatto); mi faccio coll'aiuto di un buon condensatore ad esplorare negl'indicati modi lo stato elettrico a cui per tale mutuo contatto è portato l'uno e l'altro metallo. Or avendo io preventivamente determinato con altre sperienze, che troppo lungo sarebbe qui riportare, quanta sia la forza condensatrice o accumulatrice che voglia dirsi del condensatore che adopro nelle sperienze di cui ora si tratta, in qual ragione, ossia quante volte possa egli condensare l'elettricità; intendo con ciò dire quanta maggior dose di elettricità sia capace di ricevere quello de' due piatti, a cui s'infonde, e che chiamo appunto piatto collettore, o in altri termini quanto più gliene abbisogni per salire ad un dato grado di tensione stando esso piatto collettore affacciato convenientemente all'altro piatto compagno (il quale comunicando col suolo acquista altrettanto quasi di elettricità contraria, onde controbilanciare quella prima, giusta le leggi delle atmosfere elettriche): quanto maggior dose, dico, di elettricità è capace di ricevere detto piatto collettore così accoppiato, che non stando separato e solitario; e per conseguenza quanto più alto sorge poi in esso la *tensione elettrica*, allorchè avendo ricevuta da qualsiasi non manchevole sorgente l'elettricità in quella posizione favorevole che gli procurava una tanto più grande capacità, viene quindi a staccarsi, e ad allontanarsi dal piatto compagno, e in conseguenza a perdere l'anzidetta straordinaria capacità; avendo ciò determinato con qualche giustezza, e mi è facile conoscere quale sia la forza, l'intensità, o tensione elettrica, com'io la chiamo, in

Digitized by Google

ciascuno de' due pezzi o lastre d'argento e zinco, che stanno a contatto fra loro; quale dico, e quanta sia la tensione elettrica, che s'induce nell'una e nell'altra rispettivamente, e vi si sostiene costante, o tolta si rinnova, in virtù di tale mutuo contatto mantenuto o rinnovato. Così dunque se il condensatore, che adopro, condensi 120 volte, ed io ne ottenga, con far comunicare per qualche momento a questa o a quella di tali lastre congiunte il piatto collettore, ed innalzato indi dal piatto compagno portarlo all'elettrometro, ne ottenga, dico, 2 gradi, ne deduco essere stata 120 volte minore, cioè $^1/_{60}$ di grado la tensione elettrica di esso piatto collettore, quando e finchè trovossi accoppiato; e conchiudo che eguale pure ad $^1/_{60}$ di grado, o certamente non minore debba essere stata la tensione elettrica della lastra, che potè comunicarne tanta a quello, e lo può di nuovo e sempre a qualunque altro o conduttore semplice, o condensatore, o boccia di Leyden di qualsiasi capacità, come vedremo. Lo stesso conchiudo, se portando la condensazione a 180, 240, 300 volte (al qual segno può benissimo arrivare un eccellente condensatore, i cui dischi metallici esattamente piani sieno spalmati d'ottima sottil vernice), i gradi, che ottengo all'elettrometro, siano corrispondentemente 3, 4, 5: conchiudo cioè ancora che la tensione elettrica della lastra fatta comunicare ad esso condensatore è di $^1/_{60}$ di grado.

§ XV. Or tali in circa sono i risultati che ho avuti ripetendo e variando in molti modi e in diversi tempi le prove (che ho anche mostrate a varie persone intelligenti): cioè tutti concorrono a stabilire che $^1/_{60}$ di grado circa del mio elettrometro a paglie sottili è la tensione elettrica indotta dal mutuo contatto dello zinco coll'argento, per eccesso in quello (El. +), per difetto (El. —) in questo; come sopra ho avanzato (§ II). Con altri metalli, meno diversi fra loro in ordine a tale virtù motrice del fluido elettrico, la tensione che sorge è minore, e tanto minore quanto meno differiscono tra loro, ossia sono meno distanti nella serie o scala qui indicata, in cui i primi spingono il fluido elettrico in quei che sieguono, cioè argento, rame, ferro, stagno, piombo, zinco. Ma vi sono pure sostanze che più ancora dell'argento e dell'oro spingono il fluido elettrico negl'altri metalli, e massime nello zinco; queste sostanze sono la piombaggine, alcuni carboni, e soprattutti il manganese nero cristallizzato. Pel contatto di quest'ultimo collo zinco arriva la rispettiva tensione

Digitized by Google

al doppio quasi di quella che dà l'argento collo stesso zinco, cioè tra i $^1/_{38}$, e $^1/_{40}$ di grado.

§ XVI. È facile comprendere, che acciò la lastretta *z* di zinco, che si fa comunicare al piatto collettore, possa indurvi tanto fluido elettrico quanto pur se ne richiede per portarvi la tensione a $^1/_{60}$ di grado, allorchè sta esso affacciato al piatto compagno, onde poi salga a 2, 3, 4 gradi col levarlo in alto; acciò, dico, quella lastretta *z* possa indurre tanta elettricità nel piatto collettore, che gode di una grande capacità, è necessario che l'altra lastretta *a* contigua o tengasi colle dita umide, come nelle sperienze sopra descritte (§ V e seg.) o comunichi in altre maniere liberamente coll'ampio ricettacolo della terra, o almeno con conduttori molto estesi, o con recipienti di assai vasta capacità, quali sono, per esempio, le boccie di Leyden abbastanza grandi; poichè altrimenti se fosse isolata, o se non avesse altre capaci comunicazioni cotesta lastretta *a* d'argento, fornito da essa quel pochissimo di fluido elettrico allo zinco che può perdere per venire allo stato di elettricità in meno (El. —) eguale ad $^1/_{60}$ di grado (che è il massimo di tensione, a cui può giungere in virtù del contatto con esso zinco) non potrebbe fornirne di più, e quindi anche la lastretta di zinco *z* non potrebbe passarne al condensatore di più di quel pochissimo ricevuto a sole spese di detta lastretta d'argento di limitatissima capacità. Vi vuol dunque che questa abbia delle buone comunicazioni, onde trarre il fluido elettrico, e risarcirsi mano mano che ne dà allo zinco, e questo ne deposita nel capace condensatore, se ha ad accumularsi in esso condensatore nella quantità e fino al segno sopra indicato.

Così se rivolgendosi la lastretta *a*, ossia l'argento, al condensatore, e toccandolo rimanesse la lastretta di zinco *z* in aria, voglio dire senz'altra comunicazione, ricevuto che avesse questa quel pochissimo di fluido elettrico, che vi vuole a portarvi l'El. + alla tensione di $^1/_{60}$ di grado, che è tutto quello che può sopportare esso zinco in virtù del mutuo contatto coll'argento, non potrebbe questo dargliene di più, finchè sussiste in quello, non avente altra comunicazione, cotal tensione, e non dandogliene detto argento, neppure ne trarrebbe dal condensatore oltre quella scarsissima dose corrispondente alla da lui fatta perdita.

§ XVII. Vedesi pertanto, che neppure coll'ajuto del condensatore, e sia pur eccellente, si possono ottenere segni sensibili al-

Digitized by Google

l'elettrometro da due metalli diversi che si toccano, sian pure questi tra i migliori motori, come argento e zinco, e se uno di essi non comunica con buoni e vasti conduttori, o assai capaci recipienti, mentre l'altro fa passare l'elettricità, che va mano mano contraendo, entro ad esso condensatore, e in tal modo ve l'accumula. Ma io era pur giunto fin dal 1796 ad ottenere de' segni abbastanza marcati da due soli metalli, senza l'intervento di alcun altro conduttore, senza altre comunicazioni, da due metalli, dico, diversi tra loro addotti a mutuo contatto, e altronde isolati, giunto era ad ottenere questi segni all'elettrometro anche senza l'estraneo soccorso di condensatore, o a meglio dire facendo essi metalli medesimi combaciantisi con larghe faccie e piane offizio di *motori*, e di *condensatori* insieme, come ho spiegato in una memoria pubblicata nell'anno seguente 1797, che contiene molte di tali sperienze fatte con piattelli di diversi metalli, i quali applicati l'uno all'altro, indi divelti, e tenuto ciascuno per un manico isolante, davano segni a dirittura all'elettrometro ecc.

§ XVIII. Queste più antiche sperienze, colle quali ottenea parimente 2, 3, 4 gradi di elettricità per eccesso (El. +) in un piattello di zinco, ed altrettanto di elettricità per difetto (El. —) in uno d'argento applicati a mutuo contatto colle faccie loro ben piane ed unite, indi staccati, le spiegava io già allora, e le spiego in oggi co' medesimi principj sopra esposti, dello spingere cioè che fa l'argento a versare il fluido elettrico nello zinco fino al segno di indurre in questo una tensione di El. +, in quello di El. —, eguali l'una e l'altra ad $^1/_{60}$ di grado circa: per giungere alla qual tensione tanto maggior dose di fluido elettrico dovea fornirsi dall'uno all'altro piattello, quanto questi affacciati uno all'altro a dovere, e controbilanciandovisi le rispettive elettricità contrarie, compivano nel miglior modo all'officio di condensatore.

§ XIX. Resta dunque in tutte le maniere comprovato, che a $^1/_{60}$ di grado *circa* (dico un'altra volta *circa*, come già ho detto al principio, perchè una grande esattezza non può ancora pretendersi in simili sperienze: e però questo *circa* dovrà sempre intendersi, ove anche per ischivare ripetizioni io nol ricordi) arriva la tensione di elettricità per eccesso (El. +) nello zinco, e così pure quella di elettricità per difetto (El. —) nell'argento, posti a mutuo contatto; e tale si sostiene, finchè dura esso contatto, e quelli non hanno co-

Digitized by Google

municazione con altri conduttori, nei quali possa liberamente scorrere il fluido elettrico spinto e sollecitato da tal tensione.

§ XX. Una bella e luminosa conferma di ciò, una prova la più soddisfacente, che tale e tanta è la rispettiva tensione elettrica prodotta dal mutuo contatto di codesti metalli, quale qui si stabilisce, e quale io l'avea dedotta dalle sperienze sopra indicate, e da varie altre fatte con una sol coppia dei medesimi, cioè di $^1/_{60}$ di grado del mio elettrometro a paglie sottili, mi hanno somministrato quelle più recenti, più istruttive, e assai più belle con due, tre, quattro, e più coppie, ottenuto avendo appunto il doppio, il triplo, il quadruplo, ec. di tensione elettrica, cioè invece di $^1/_{60}$ di grado $^2/_{60}$, $^3/_{60}$, $^4/_{60}$, ec.: come potei verificare col solito artificio del condensatore, il quale, ove condensando da 120 volte era portato da una sola di tali coppie a 2 gradi di detto elettrometro (§ XIV, XV), lo era poi da due, tre, quattro, cinque coppie, a 2, 4, 6, 8, 10 gradi.

§ XXI. Una delle più belle maniere di fare queste nuove sperienze con molte coppie di metalli si è di soprapporre ad una moneta od altra simile lastretta o piattino d'argento una piastretta eguale di zinco, ed a questa un bullettino di cartone, di panno, di pelle, o di simil altro corpo spugnoso, inzuppato d'acqua; poi una seconda lastretta d'argento coperta da un'altra di zinco, e così altre simili coppie metalliche in seguito, e nel medesimo ordine, coll'interposizione fra coppia e coppia del bullettino o conduttore umido qualunque. La figura terza mette sott'occhio un picciolo apparato di questa sorte congegnato a forma di colonna, in cui le lamine o strati d'argento, di zinco, e di sostanza umida vengono indicati dalle lettere iniziali *A*, *Z*, *u*.

Disposte così le cose, non si ha che far toccare la sommità di questa picciola colonna, ossia l'ultima lastra, al condensatore, mentre il piede o prima lastra è tenuta in mano, ovvero posa sopra un sostegno qualunque non isolante, comunica insomma per mezzo di buoni o passabili conduttori col suolo: la qual comunicazione è qui pure necessaria per le ragioni già sopra addotte (§ XVI). In questo modo acquista esso condensatore, cioè il piatto collettore (ben inteso che il suo piatto compagno comunichi col suolo) tanta elettricità, quanta ve ne vuole per portarlo alla tensione di $^2/_{60}$ di grado se le coppie sono di 2, di $^3/_{60}$ se sono 3; di $^4/_{60}$ se sono 4, e così di $^{10}/_{60}$, di $^{20}/_{60}$ se sono 10, o 20 le coppie ec., onde poi levato in alto

Digitized by Google

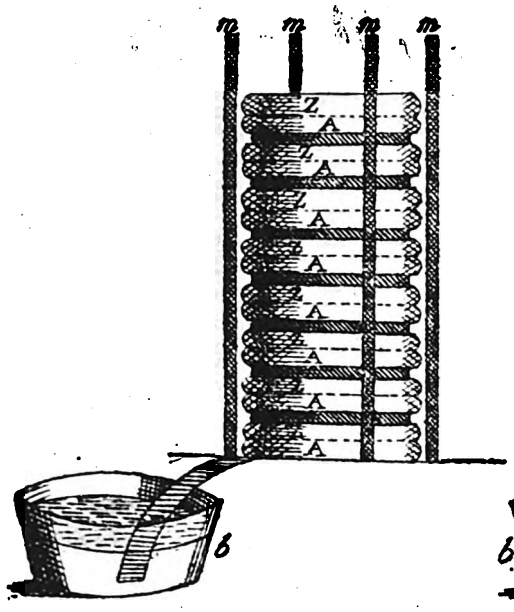


Fig. 2.

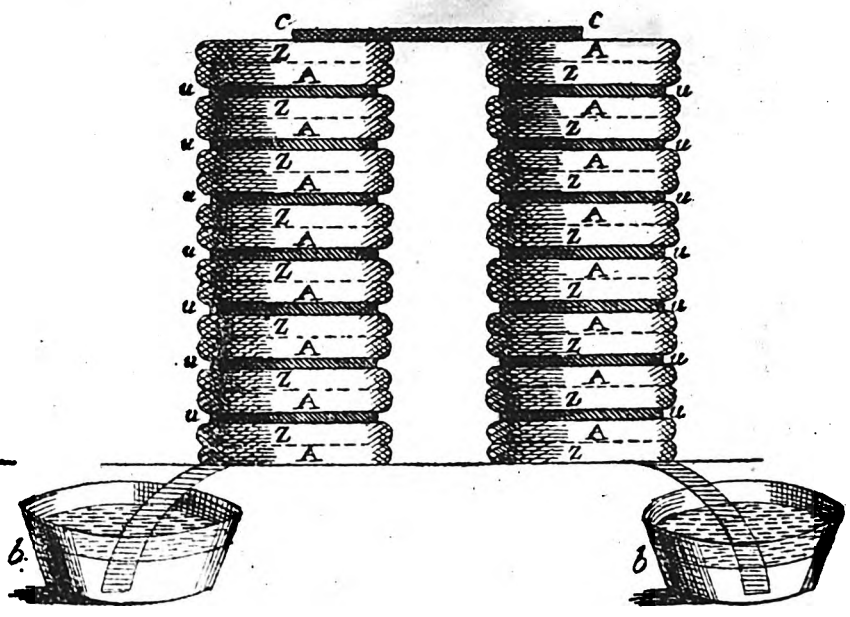


Fig. 3.

Vedi scritto N. (23), *pag. 261 e seg.*

Digitized by Google

Digitized by Google

dispiega, supposto che condensi 120 volte, li 4, 6, 8 gradi, li 20, 40, ec.

§ XXII. È facile comprendere, dopo ciò che si è fatto osservare più sopra (§ VII) per qual ragione sia necessario d'interporre alle coppie metalliche que' strati umidi. Senza di essi, ove cioè si succedessero i suddetti metalli in serie alternata, come negli esempj o tipi espressi nella fig. 2, si vede chiaro, che ogni piastretta di zinco *z* trovandosi in contatto sopra e sotto a due d'argento *a a*, e quindi le forze che spingono il fluido elettrico da questo a quel metallo essendo in opposizione, si eliderebbero esse vicendevolmente, in guisa che non avanzerebbe da tal conflitto altro che quella picciola forza, che corrisponde all'azione di una coppia sola, nel caso che la serie cominciasse da un metallo e finisse nell'altro, come nella fig. 2, e niuna forza affatto nel caso che la prima e l'ultima piastra fossero del medesimo metallo.

Così dunque egli è impossibile ottenere un ingrandimento di elettricità, cioè una tensione maggiore di $^1/_{60}$ di grado, con soli pezzi di argento e zinco accoppiati, per quanto se ne moltiplichi il numero, e vi vuole per ciò conseguire, per giungere ad una forza elettrica più alta, e corrispondente appunto al numero delle coppie metalliche ben ordinate, vi vuole assolutamente che una coppia comunichi all'altra non immediatamente, ma per mezzo di un terzo conduttore nulla o poco attivo a rincontro di essi metalli, qual è un conduttore di seconda classe, ossia umido (§ IV).

§ XXIII. Neppure con pezzi di tre, o più metalli, senza l'interpolazione di conduttori umidi, riesce di ottenere un tal ingrandimento di elettricità, stante il rapporto che evvi fra tutti i metalli, o conduttori di prima classe, in ordine alla forza con cui questo o quello spinge il fluido elettrico in questo o quell'altro. Per codesto rapporto io intendo, che dato che l'argento es. gr. spinga detto fluido nel rame con forza = 1; il rame lo spinge con forza = 2 nel ferro, il ferro con forza = 3 nello stagno, questo nel piombo con forza = 1, e il piombo finalmente con forza = 5 nello zinco, l'argento lo spingerà nello zinco a cui si applichi immediatamente con forza = 12. Così accoppiando rame con stagno sarà la forza spingente il fluido elettrico da quello in questo = 5; dal ferro al piombo = 4; dal ferro allo zinco = 9: e generalmente, posto a immediato contatto qualsivoglia metallo con qualunque altro, la forza, con cui

Digitized by Google

viene spinto il fluido elettrico, agguaglia esattamente la somma delle forze dei metalli intermedj ossia compresi nell'indicata serie, o *scala graduata* fra quello e questo, cosicchè sianvi o non sianvi tali metalli intermedj nell'apparato da noi composto, si frappongano tutti ai due che ne formano gl'estremi, o alcuno solamente vi entri di mezzo, e in qualsisia ordine o serie, gli è come non se ne frapponesse nessuno, e la forza elettrica, che risulta, è sempre la medesima, nè minore cioè, nè maggiore di quella che si dispiega, ove vengano a contatto immediato il primo e l'ultimo.

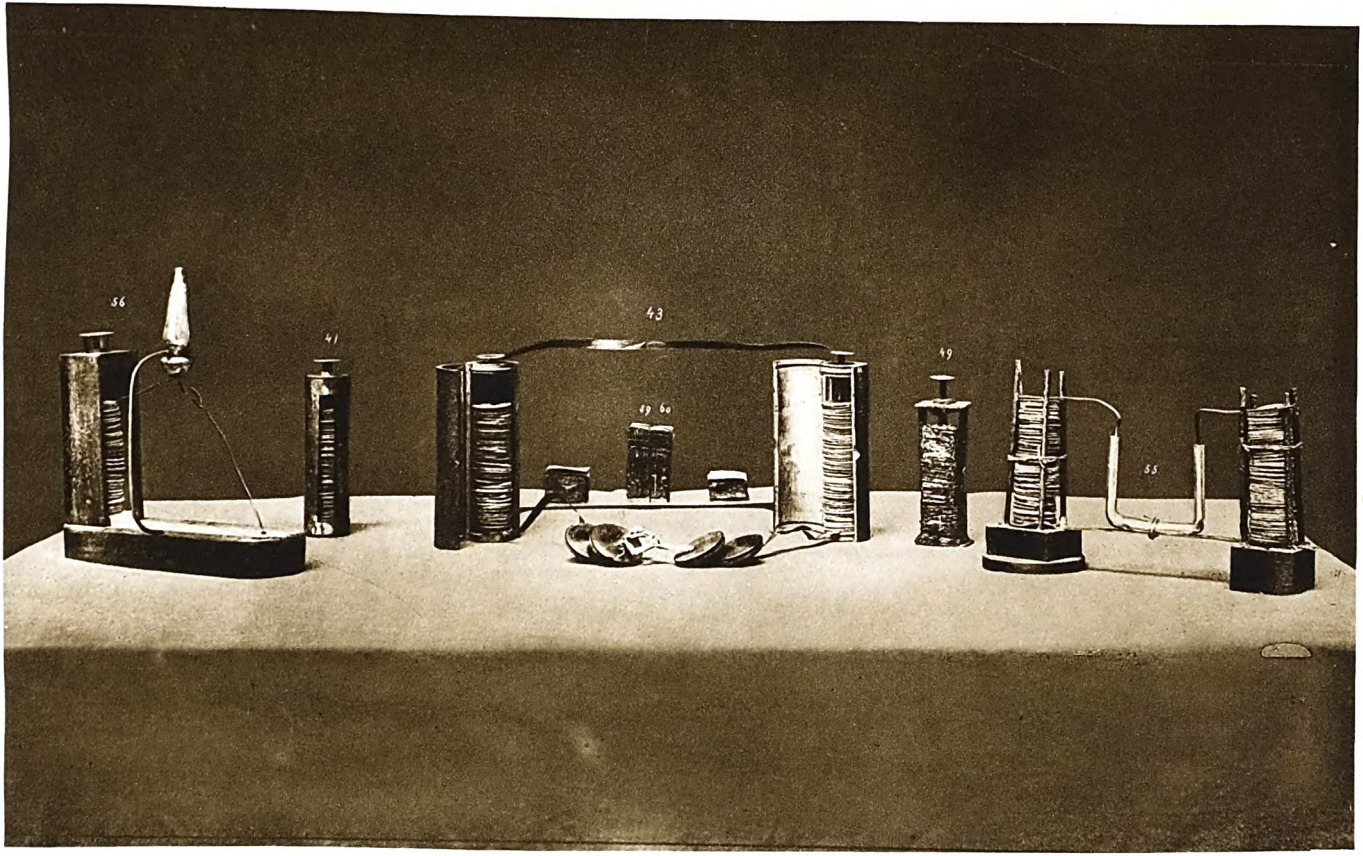
§ XXIV. Questo esatto rapporto, questo giusto *tenore*, e regolata degradazione nelle forze elettriche dei metalli, ossia conduttori di prima classe (in cui si comprendono, oltre alcune piriti e miniere, i carboni), ch'io avea scoperto fin dalle prime mie ricerche, e mostrato nelle già citate Memorie, è in vero mirabile e soddisfacente; ma d'altra parte ci toglie di poter costrurre un apparato molto attivo, il qual giunga a produrre scosse, scintille, ec. con soli metalli, o corpi di tal seconda classe, il che sarebbe pur desiderabile: quanto bello e comodo riuscirebbe un tale apparato tutto di metalli uniti e stretti insieme a forma per es. di una verga, di una catena, ec.! Chi sa che un giorno non si giunga a costrurre un tale apparato elettromotore tutto solido? Basterebbe trovare qualche conduttore solido abbastanza buono, che fosse però mero conduttore e non motore, o motore ben anche, ma in altro rapporto che quello regolare e graduato, che si osserva ne' metalli; ed interporre quello, invece de' conduttori umidi, fralle solite coppie de' metalli diversi. La cosa mi pare molto difficile, ma non impossibile.

§ XXV. Del resto se il medesimo rapporto si estendesse dai metalli, o conduttori di prima classe, a quelli di seconda o conduttori umidi, neppure coll'interposizione di questi a quelli potrebbesi nulla ottenere; ma fortunatamente non ha luogo e non si osserva quella legge (come ivi pure mostrai) passando dai detti conduttori e motori di prima classe a quelli di seconda. Dispiegasi sibbene nel contatto di questo o quel metallo con questo o quel conduttore umido qualche forza incitante e movente il fluido elettrico; ma essa è molto picciola in paragone di quella che si dispiega nel mutuo contatto di due metalli abbastanza diversi, come già ho fatto osservare (§ XII); e *non è già in rapporto* coll'azione che quelli esercitano uno sull'altro. Così, per recare un esempio, spingendo l'argento con una

Digitized by Google

(Dalle fotografie dei Cimelii scientifici di A. Volta).

TAVOLA XVII



41. Pila a colonna di cento coppie di rame e zinco in astuccio di latta. — 43. Due pile a colonna tascabili, ciascuna di cento coppie di rame e zinco, formanti un solo elettromotore; sono precisamente gli apparati presentati dal Volta all'Istituto di Francia, nel 1801. — 49. Pila a colonna di quaranta coppie di rame e zinco interpolate da bollettini di carta inzuppata di miele. — 55. Apparecchio usato dal Volta per dimostrare che la pila rende alcalina l'acqua in un braccio di un tubo ricurvo contenente acqua leggermente salata, e la rende acida nell'altro. — 56. Apparecchio usato dal Volta per la prima esperienza di Nicholson riguardante la decomposizione dell'acqua mediante la pila. — 59.-60. Saggi di pile a secco, fatte dal Volta prima che dallo Zamboni e dal De Luc, per mezzo di cartoline coperte di varie sostanze.

Digitized by Google

Digitized by Google

forza = 12 il fluido elettrico nello zinco, e il zinco spingendolo per sua propria virtù nell'acqua con una forza = 1, dovrebbe se avesse luogo l'indicato rapporto come per i metalli fra loro (§ XXIII), spingerlo esso argento nell'acqua con forza = 13, eppure non ve lo spinge che con forza = 1 anch'esso, poco più, o poco meno. Non trovasi dunque più tra i conduttori di prima e seconda classe quel rapporto, ossia non vi corrispondono le rispettive forze con giusta norma e tenore, come si osserva per quelli di prima classe tra loro (§ cit.).

§ XXVI. Che se avesse luogo così fatto rapporto, e corrispondente gradazione anche passando da una classe all'altra, ed ambe ne formassero così una sola, è chiaro che a nulla servirebbe l'interporre ad ogni coppia di metalli diversi un conduttore umido, qual egli si fosse, come a nulla serve l'interporre un terzo metallo qualunque (§ XXIII), e che giunto non sarei mai, moltiplicando tali coppie e strati umidi, ad avere maggior forza di elettricità di quella avea ottenuto da una coppia sola. Se vi son giunto pertanto, se ho potuto costrurre degli apparati che danno segni elettrici tanto più forti, delle scosse gagliarde, scintille ec., è dunque in grazia di questo cambiamento di tenore nel passaggio dalla prima alla seconda classe de' motori elettrici.

§ XXVII. Può domandarsi qui (e la questione è d'importanza), se il rapporto, ossia quella regolata giusta gradazione, che si osserva tra i conduttori di prima classe, riguardo alle rispettive loro forze in qualità di motori del fluido elettrico (§ XXIII) e che manca poi nel passaggio da quella prima alla seconda classe (§ XXV) abbia luogo di nuovo per i conduttori di questa seconda classe tra loro, cioè non sortendo da tal classe. Supposto che avesse luogo, diverrebbe impossibile il costrurre un apparato con questi soli, che dispiegasse una forza elettrica di qualche polso, atta a scuotere le braccia, ec., come abbiam mostrato (§ XXII, XXIII) esser impossibile costrurlo con soli della prima classe.

§ XXVIII. Eppure, se non l'arte, la natura ha trovato il modo di riuscirvi negli organi elettrici della Torpedine, dell'Anguilla tremante (Gymnotus electricus), ec. costrutti di soli conduttori di questa seconda classe ossia umidi, senza alcuno della prima, senza alcun metallo; e forse non siam lontani che anche l'arte vi possa arrivare. Convien dunque dire che l'indicato rapporto e regolata gradazione rispetto alle forze motrici del fluido elettrico non si osservi

Digitized by Google

dai conduttori di seconda classe neppure fra loro, o almeno non abbia luogo per tutti, ma procedan le cose con altre leggi e tenor diverso, almeno riguardo ad alcuni; oppure che debbasi per avventura la seconda classe suddividere, e riconoscerne una terza, in cui i conduttori siano bensì in rapporto fra loro in qualità di motori, come lo sono quelli dentro ciascuna delle altre due classi, ma non lo siano coi conduttori della seconda.

§ XXIX. Potrebbe per avventura questa terza classe di conduttori, e motori tutt'insieme, essere formata da corpi, che contengono bensì qualche umore, ma o coagulato, o incorporato e fissato in modo, che non se lo può facilmente spremer fuori, onde neppure possono dirsi propriamente cotai corpi intrisi o bagnati; quali sono molte sostanze animali, muscolari cioè, tendinose, membranacee, nervee ec., che fresche e recenti si mostrano migliori conduttori dell'acqua stessa, e di altri umori; e potrebbero negli organi elettrici della Torpedine quelle laminette, ossia pellicole sovrapposte le une alle altre in sì gran numero entro ciascuna delle colonnette, che compongono tali organi, potrebbero essere metà d'una, e metà d'altra di tali sostanze conduttrici e motrici dell'accennata terza classe, disposte alternativamente, e interpolate ad ogni pajo o coppia eterogenea da uno de' conduttori appartenenti alla seconda classe, da uno strato umido ec. Tale è l'idea ch'io mi formo di siffatti organi elettrici; i quali composti di sostanze tutte conduttrici, a niun altro apparato elettrico possono paragonarsi, fuorchè al mio, il quale imitando perfettamente essi organi negli effetti, vi rassomiglia finanche nella forma.

da J 65 *a.*

Or dunque si richiede una batteria molto capace, perchè imiti sensibilmente le scariche dell'Elettromotore nella durata fino almeno a un certo segno. Qual debba essere cotesta durata acciò per cariche anche debolissime e non marcabili ai comuni elettrometri si possano avere scosse più o meno sensibili; non possiamo precisamente determinarla, le scariche delle nostre batterie anche più grandi contenendosi ancora entro i termini di un tempo brevissimo: comprendiamo però, che dovendo corrispondere la durata della scarica

Digitized by Google

alla capacità della batteria ossia alla quantità di fluido elettrico richiesto a formare quella data carica; quanto maggiore sarà dessa capacità, tanto più sensibile riuscirà la scossa oppure per produrne una data tanto più debole potrà essere la carica.

Per dare di tali rapporti una tal quale estimazione all'ingrosso; recheremo alcuni esempj; e cominciando da una batteria di circa 60 piedi quadrati di armatura faremo osservare: che il breve contatto possibile di un buon arco conduttore, contatto che duri non più o forse meno di un minuto tanto è bastante per la di lui scarica presso a poco compita.

Supponiamo pertanto, che s'impieghi giusto tal brevissimo tempo di 1 min. terzo a compiersi la scarica, di tale batteria; per altre batterie di 10 piedi di armatura, di 4, di 2, di 1, dureranno le scariche circa 10, 4, 2, 1 minuti quarti.

Ciò supposto quale è la carica richiesta per la batteria, o boccia di 1 solo piede di armatura, a far che dia una scossa leggerissima a due diti, che tengansi tuffati nell'acqua di due bicchieri in guisa di far parte dell'arco conduttore? Ho dunque trovato, che per una tale minima scossa che giunge appena alla seconda articolazione di essi diti, nè punto s'estende alla mano, è più che sufficiente la carica di 1 grado del mio elettrometro a paglie sottilissime, che divergono in punta di mezza linea per grado quella che si scarica in un solo minuto quarto. Che se non un dito solo per parte ma due o tre peschino ne' bicchieri, o la mano intiera, divisa così la sensazione neppure questa minima scossa riuscirà percettibile. In qualunque caso essa è sempre di molto inferiore a quella, che vien data da una pila di 60 in 70 gruppi, la cui carica arriva similmente a circa 1 grado dell'istesso elettrometro in ragione di $^1/_{60}$ od $^1/_{70}$ di grado per gruppo, per ogni coppia cioè di rame e zinco, come ricavo da molte mie sperienze. La ragione di questa grande differenza è, che l'elettromotore non finisce già di scaricarsi come la boccia, o picciola batteria suddetta, in 1 minuto quarto, ma continua indefinitamente: non è quindi maraviglia, che tante scariche che si succedano, 60 cioè in un minuto terzo eguali a quell'unico della boccia, che compiesi in 1 minuto quarto facendo altrettante impressioni ne' nostri organi, che per un così breve tempo di cui non possiamo rimarcare la successione confondonsi in una sola sensazione, riesce questo tanto più forte, producesi cioè una scossa dolorosa e in.... abile ne' due

Digitized by Google

diti e grave ancora ai pugni, ai gomiti, e fino alle spalle, ove qualora si comunichi alle altre parti dell'arco conduttore, non più coi soli diti, ma con ampia superficie delle mani ben immollate, come tenendole tuffate addentro nell'acqua, o impugnando bene larghe lastre metalliche.

A fare si agguaglieranno però la scossa della boccia, e la scossa della pila, se o questa sia formata di un molto minor numero di gruppi, o elevata la carica di quella ad un grado molto più alta. Ridotta cioè la pila a 4 soli gruppi per cui non giugne la scarica o tensione elettrica, che ad $^1/_{16}$ di grado circa, come ho potuto scoprire col mezzo del Condensatore darà pur essa una leggerissima scossa sensibile ai soli due diti, eguale a quella che dà la boccia da 1 piede d'armatura carica ad 1 grado; e innalzata la carica di questa a 16 gradi, se ne avrà una valida scossa fino alle spalle, eguale a quella che dà la pila ben montata e composta di 60 a 70 gruppi.

Or procedendo alle boccie più grandi, o batterie, con una di 2 piedi di armatura la quale impiegherà corrispondentemente non 1 ma 2 minuti quarti a scaricarsi avremo la minima scossa ove sia stata caricata ad ½ grado solamente, a quel segno a cui giunge una pila di 70 a 75 gruppi; carica, che l'elettrometro a paglie sottili non marca già più, se non si ricorre al condensatore; e così poi la forte e valida scossa suddetta ove siasi caricata a 8 gradi. Con una batteria di 4 piedi che pur 4 min. quarti dovrà impiegare a scaricarsi compiutamente, basterà la carica, se non di ¼ di grado, di ⅓ a produrre la minima scossa, e per la forte, ossia eguale a quella di una pila di 60 a 70 gruppi, la carica di 4 o 5 gradi. Ad una di 10 piedi d'armatura di cui la scarica dee durare da 10 min. quarti, basterà per la minima scossa la carica di $^1/_6$ o di $^1/_7$ di grado, e per la potente di circa 3 gradi. Finalmente per la grande batteria di 50 o 60 piedi quadrati di armatura la di cui scarica si prolungherà a 50 e 60 min. quarti, cioè a circa 1 min. terzo, non vi vorrà più di $^1/_{16}$ di grado, per la minima scossa, ed 1 grado solo per la scossa potente eguale a quella della migliore pila di 70 gruppi che ha pure la carica o tensione elettrica di 1 grado.

Pr . Tale è il confronto che vuol farsi della pila od elettromotore colle batterie; dal quale parallelo si vede, che per una carica, o tensione elettrica eguale, eguale ancora sensibilmente è la scossa

Digitized by Google

che producono ambedue, quando però la capacità della batteria sia tanto grande, che a scaricarsi tutta impieghi circa un minuto terzo. In tal caso può anche essa batteria colla carica di un sol grado dell'elettrometro a pagliette, od anche con una minore, far scintillare un momento la punta di un sottil filo di ferro, e fonderne un pochetto: (Pr .) Per una più estesa e lunga fusione non basta tale scarica che dura non più di un minuto terzo, non bastano le batterie di 50 o 60 piedi quadrati di armatura; ci vorrebbero di centinaja e migliaja di piedi, onde le scariche avessero a durare non uno ma più minuti terzi, anzi pure alcuni minuti secondi, ci vorrebbero dico, batterie di quasi infinita capacità per imitare questi ed altri stupendi effetti, che ci offre l'elettromotore costrutto a dovere, mercè le sue scariche, tanto più a lungo protratte, anzi perenni, de' quali effetti farem qui appresso brevi parole.

Pr . Intanto l'eguaglianza degli effetti prodotti, come dall'elettromotore, così dalle batterie cariche all'istesso debolissimo grado; tale perfetta eguaglianza per ciò che riguarda le scosse, e per quello ancora che riguarda la fusione dei fili e fogliette metalliche, portata fino a quel segno, che abbiam mostrato, se non basta a porre in evidenza l'identità del fluido elettrico, e del preteso fluido Galvanico, e a convincere, che niun altro agente v'interviene che quello, domanderò cosa più desiderare si può. Pur io ho ancora a darvi per giunta altre prove, e sono le sperienze, con cui fo vedere a caricare una boccia di Leyden, due, tre, una batteria qualunque, con un semplice e breve toccamento fatto ad esse della pila; a caricarle al grado istesso della pila, nè più nè meno (come mi vien indicato dall'Elettrometro, mediante il soccorso del Condensatore, ed anche senza tal ajuto, ove la pila sia composta di un numero grande di gruppi, p. e. di 100, 150, 200, ecc., che fanno alzare a dirittura il mio Elettrometro a paglie sottili a gradi 1 ½, 2, 3, ecc.); con che poi la boccia, le due o tre boccie unite, e la batteria mi danno le scosse corrispondenti a tal grado di carica, e alle rispettive loro capacità. Così è: le scosse che danno esse boccie sono eguali egualissime, sia ch'io le carichi supponiamo a 2 gradi colla macchina elettrica ordinaria, o coll'Elettroforo; sia con una pila di 130 gruppi circa, che marchi pure 2 gradi.

Digitized by Google

Digitized by Google

(24)

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXVII** (*B*)

Dalla:

MEMORIA

DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA

SULL'IDENTITÀ DEL FUIDO ELETTRICO

COL

FLUIDO GALVANICO

– Continuazione della Memoria –

NOTA.

È questa la seconda parte della Memoria letta nelle sedute dell'Istituto Nazionale di Francia nel 1801. In questa parte il Volta, risolte le obiezioni che erano state formulate contro la teoria del contatto, ed in particolare quella riguardante l'intensità delle scosse che si ottengono dal suo apparato elettromotore in confronto delle deboli tensioni dell'apparato stesso, espone delle considerazioni intorno agli effetti elettrochimici, che si possono ottenere colla pila.

Digitized by Google

Digitized by Google

§ XXX. Resta pertanto provato ad evidenza, che ad ogni contatto di un pezzo di argento o di rame con uno di zinco, e finchè dura tale contatto, conforme si è fatto osservare (§ 19 e segg.), viene spinto il fluido elettrico da quello in questo metallo: nel quale (notisi ciò bene) non rimane già in riposo, impiegandosi a soddisfare qualsiasi di lui appetenza, attrazione, o capacità rispettivamente maggiore, come potrebbe credersi, (e come da taluni è stato male inteso ciò che di questo passaggio del fluido elettrico da uno in altro metallo per virtù del semplice loro contatto ho avanzato in tutte le antecedenti Memorie); ma tende continuamente ad uscirne con una forza eguale ad $^1/_{60}$ circa di grado del mio elettrometro a paglie sottili, siccome l'argento tende con egual forza a ripigliare da altri corpi il fluido elettrico somministrato ad esso zinco. Insomma piuttosto che un'attrazione, che tiri il fluido elettrico dall'argento nello zinco pel mutuo loro contatto, vuol dirsi un impulso, qual ei pur sia, che ve lo caccia a forza. Tale dunque, e tanta elettricità manifestano cioè $^1/_{60}$ di grado di El. *per eccesso* (El. +) il zinco, di El. *per difetto* (El. —) l'argento, stando a tal mutuo contatto applicati, e finchè ci stanno; e a tanto di tensione possono quindi portarla in altri conduttori, o recipienti, cui si faccia comunicare questo o quello di tai metalli accoppiati, mentre l'altro comunica liberamente col suolo, condizione affatto necessaria (§ V, XVI e segg.).

§ XXXI. Questo principio è il fondamento di tutto. Al quale se si aggiunge la supposizione, già non più supposizione, ma verità di fatto, che ad ognuno di tali contatti de' due metalli, riceve il fluido una tale e tanta spinta, che questi impulsi cioè si ripetono per ciascheduna di tali coppie metalliche poste in serie, e perseverano costantemente durando i contatti, come le sperienze han dimostrato

Digitized by Google

(§ XX e segg.) niente più manca per la spiegazione di tutti i fenomeni, che presenta il mio apparato.

§ XXXII. Si spiega particolarmente per tal azione continuata indeficiente come non solamente un condensatore, ma una boccia di Leyden picciola o grande che sia, ed anche grandissima, e fino una capacissima batteria elettrica, si carichino da un tal apparato in pochi istanti alla medesima *tensione* di questo, cioè ad 1 grado circa del mio elettrometro a paglie sottili, ove esso apparato sia composto di circa 60 coppie di zinco e argento, o zinco e rame; a 2 gradi ove sia composto di 120 coppie ec.; giacchè l'apparato colla sua perseverante azione continua a comunicare l'elettricità ad essa boccia o batteria, a infondervi cioè via via fluido elettrico se le tocca coll'estremità sua che ne ridonda, semprechè l'altra estremità che ne scarseggia possa mediante le necessarie comunicazioni risarcirsi quanto bisogna; o viceversa continua a sottrarne, se non con questa estremità negativamente elettrizzata le tocca, mentre l'altra gode di opportuno sfogo, ossia comunica a capace recipiente, in cui versare il fluido accumulato; continua, dico esso apparato elettromotore a comunicare la sua elettricità positiva o negativa a qualsiasi recipiente, al condensatore, alla boccia, alla batteria, fino a che la carica vi sia portata ad una *tensione* equilibrata colla sua, finchè cioè la reazione sia eguale all'azione: locchè si compie in pochissimi istanti; rigorosamente però in tempo più lungo a misura che la capacità della boccia, o delle boccie riunite, che ricevono tal elettricità è più grande.

§ XXXIII. Or una boccia di vetro molto sottile, che abbia circa un piede quadrato di armatura, caricata ad 1 o 2 gradi del detto elettrometro a paglie sottilissime, che ne faccia cioè divergere le punta ½, od 1 linea può già dare una scossa, debolissima invero, ma pur sensibile, provocandone la scarica mercè il toccarne l'uncino procedente dall'interna armatura con una lastra di metallo, che tiensi impugnata in una mano ben umettata, mentre un dito dell'altra mano pesca in un vaso d'acqua comunicante per mezzo di altra lamina metallica al tondo, ossia armatura esterna di essa boccia; una scosserella cioè, che prende una o due articolazioni di quel dito intinto. Che se facciasi la prova con boccie o grandi giare, pur esse di vetro sottile, aventi 2, 3, 4 piedi quadrati di armatura, e caricate similmente, o con un breve contatto del mio apparato, o colle scintille

Digitized by Google

1

2

BATTERIE DI LEIDA.

1. Due Batterie di Leida con grandi giare a pareti molto sottili ed uniformi, ed altre cinque giare. — 2. Batterie di Leida, l'una di sedici, l'altra di dodici giare a pareti sottili e uniformi.

Digitized by Google

Digitized by Google

di un elettroforo, o con macchina elettrica ordinaria, caricate, dico, ad 1 o 2 gradi dello stesso elettrometro a pagliette, la scossa notabilmente più risentita a proporzione prenderà tutto il dito, ed anche forse ambe le mani fino al carpo. Finalmente con una batteria di 10, 15, 20 piedi di armatura riuscirà assai più grave la commozione con la stessa carica di 1 ovvero 2 gradi, e si estenderà al gomito, e per avventura fino agli omeri. Nulla dico dell'effetto che produrrebbero batterie di 60, 100, 150, 200 ec. piedi quadrati caricate con apparati di 200, 300, o più coppie metalliche, e quindi a più di 3, 4, 5 gradi, perchè non ho ancora sperimentato con elettromotori e batterie così grandiosi: del resto è facile predire che se ne avrebbero scosse tanto più valide ec.

§ XXXIV. Conviene, perchè riescano queste sperienze colle boccie di Leyden, e massime colle batterie di portata, che non vi sia fra i conduttori delle medesime che debbono comunicare fra loro, nè fra questi e le rispettive armature, la minima interruzione; giacchè altrimenti non potrebbe effettuarsi a dovere nè la carica, nè la scarica, essendo tale carica, che arriva ad 1, o 2 gradi solamente dell'elettrometro a paglie sottili, tanto debole, che non può lanciarsi all'intervallo di $^1/_{60}$, e neppure forse di $^1/_{600}$ di linea, ossia spezzare una lamina d'aria di tale grossezza, come mi sono con apposite sperienze assicurato: nè superare qualsiasi altro equivalente ostacolo. Di qui viene che fino le catene metalliche formate di più anelli, ed anche di pochi, se non siano molto tese, arrestano le scarica, o almeno non la lasciano passare abbastanza liberamente per produrre la scossa, arrestano, dico, o ritardano la scarica della boccia o della batteria elettrizzata a così debole grado, come arrestano o ritardano quella della Torpedine, e del mio nuovo apparato, che tanto vi rassomigliano, l'impediscono cioè i piccolissimi intervalli fra anello ed anello, o qualche patina che li ricopre e toglie l'immediato contatto metallico.

§ XXXV. Quindi anche i conduttori imperfetti, come l'aria diradata eziandio al sommo, il vetro rovente, e la fiamma stessa (la quale non è già un buon conduttore, siccome si è veduto), i legni, le pelli, ed altri corpi non molto umidi, se non impediscono del tutto, difficultano almeno e ritardano tale scarica, tanto che non si ha una scossa sensibile. Così è; l'interposizione ai migliori conduttori di una fiamma viva, anche per una sola mezza linea, toglie di sentire

Digitized by Google

la scossa, sia da una grande boccia o batteria elettrica, sia dal mio apparato elettro-motore, ne' quali la *tensione* arrivi a pochi gradi solamente dell'elettrometro a pagliette comunque lasci tragittare essa fiamma, ma lentamente, il fluido elettrico tantochè con un poco più di tempo si accumula nel condensatore in quantità sufficiente, per dar indi i soliti segni all'elettrometro, come ho più volte sperimentato.

§ XXXVI. Ed ecco così spiegata naturalmente la cosa: ecco tolta l'obbjezione che la fiamma, ottimo conduttore dell'elettricità, qual si pretendea (ma che tale poi non è), pur non lo sia, o sembri non esserlo, dell'agente galvanico: ecco infine dimostrato, che tutto procede del pari per le boccie o batterie elettriche, e per il nuovo mio Apparato elettro-motore.

§ XXXVII. Così non dee più far meraviglia che una carta sottilissima interposta ad ottimi conduttori, la pelle asciutta del nostro corpo, e fin l'epidermide delle foglie verdi, bastino ad impedire la scossa che dovrebbe dare, o il detto Apparato, o la batteria elettrica, e che danno poi ove tal carta, o pelle, trovinsi umettate a dovere. Non dee insomma far meraviglia, che cariche cotanto deboli non possano vincere la più picciola coibenza, e che i conduttori di lor natura molto imperfetti, o trattengano o ritardino assai il corso al fluido elettrico spinto con forza troppo debole, qual è quella che manifestasi con 1 grado o 2 di *tensione*.

§ XXXVIII. Ma nasce qui invece un'altra difficoltà. E come mai, dirassi, può una carica elettrica cotanto debole, e la di cui scarica non succede alla minima distanza visibile ma solo può elicersi coll'addurre degl'ottimi conduttori al contatto, o quasi a contatto, come può tal meschinissima carica eccitare sì potente scossa? Questa difficoltà, comune parimenti alle grandi boccie o batterie, agli amplissimi conduttori, e ai miei nuovi apparati elettro-motori, mi propongo ora qui di togliere in un modo, che dovrà soddisfare chiunque voglia meco ben ponderare le cose, che vado ad esporre. Ma prima mi giova far osservare, che una tal difficoltà non milita dunque contro l'identità del fluido elettrico e del galvanico, ossia di quello che è messo in giuoco ne' detti miei apparati; giacchè è comune e a questi, ed alle grandi boccie o batterie; e che ho quindi avuto ragione di dire nel primo annunzio che diedi di tali apparati alla Società Reale di Londra nel mese di Marzo del 1800, che le scosse prodotte

Digitized by Google

da' medesimi sono simili, dell'istessa natura e polso di quelle delle *grandi batterie eletriche debolissimamente cariche*, supplendo, come in queste, così e meglio ancora in quelli, alla poca intensità, onde è spinto il fluido elettrico, la grandissima quantità del medesimo, che passa in una corrente continua per molti istanti successivi.

§ XXXIX. Si è creduto di spiegare sufficientemente come e perchè una batteria, od una boccia di Leyden di gran capacità, caricata a un grado debolissimo produce una forte scossa, quale non è prodotta da una picciola boccia caricata al medesimo grado, si è creduto di spiegar ciò in una maniera soddisfacente col dire semplicemente, che gli è perchè la capace boccia o batteria scarica *in un istante* una più grande quantità di fluido elettrico che la boccetta, e precisamente una copia tanto più grande, quanto ella ha più di capacità. Ma non si è fatto attenzione che questo termine *in un istante* non è rigorosamente giusto, che egli è anzi assolutamente falso, se si intende un momento indivisibile. Egli vi abbisogna sempre di un tempo finito per una scarica qualunque: che è quanto dire, essa deve durare un certo tempo: quantunque questo tempo possa essere, e sia infatti per le scariche ancora delle più grandi boccie o batterie, brevissimo, e tale che difficilmente potremmo noi misurarlo, tale insomma che ci sembra un istante. Or questo tempo, questa durata della scarica debbe tirare più in lungo a carica eguale (al medesimo grado cioè dell'elettrometro) per una grande che per una piccola boccia, e tanto appunto più in lungo, quanto la capacità dell'una, e quindi la quantità di fluido elettrico che forma una tal carica, supera la capacità dell'altra; giacchè a carica eguale *la tensione elettrica*, e per conseguenza la velocità con cui il fluido elettrico viene spinto, e deve scorrere scaricandosi, è la medesima. Per tal modo, supponendo che la capacità sia 10 volte più grande, siccome ha bisognato in questo caso 10 volte più di fluido elettrico per portarvi la carica al dato grado, così parimenti vi bisognerà 10 volte più di tempo acciò la scarica di tutto questo fluido si compia colla *tensione* e velocità data. Così è: per l'istessa ragione che vi va 10 volte più di tempo circa a caricare questa boccia, che ha 10 volte più di capacità, a caricarla, dico, a un dato grado, con una macchina elettrica di un'attività data e costante, di quello ci vada a caricare una boccetta, la quale non abbia che 1 di capacità; ci andrà pure 10 volte più di tempo per compirne la scarica, che fassi con una *tensione* data.

Digitized by Google

§ XL. Non è dunque vero, che le boccie e batterie di una grande capacità versino collo scaricarsi una *più grande quantità* di fluido elettrico *in un istante*, ossia nel medesimo tempo che le picciole e di ristretta capacità, cariche le une e le altre al medesimo grado dell'elettrometro. Elleno non ne versano che la medesima quantità pel primo istante (attesochè la *tensione* elettrica, e quindi la velocità della corrente di questo fluido, è la medesima per le grandi boccie come per le picciole nella nostra supposizione); ma la scarica delle grandi, ossia molto capaci, dura più istanti che quella delle picciole boccie. Non v'ha dubbio: la scarica delle prime impiega più tempo; ella si estende, per così dire, a molte scariche successive, quantunque si compia ancora in un tempo cortissimo, tale che a noi pare un istante, come già si è detto (§ prec.).

§ XLI. Ciò ritenuto, parrebbe che una boccia di Leyden grandissima non dovesse dare una più forte commozione di quello faccia una boccia mezzana, o piccola, caricate al medesimo grado dell'elettrometro, s'egli è pur vero che la medesima quantità di fluido elettrico viene a versarsi sì dall'una che dall'altra *in un istante*; giacchè il fluido elettrico essendo animato egualmente, sollecitato dalla medesima tensione, spinto in una parola colla medesima velocità, tanto dalla picciola boccia quanto dalla grande, cariche ad egual grado di *tensione*, dovrebbe urtare e scuotere egualmente nell'uno e nell'altro caso la persona attraverso di cui si scarica. E di vero la corrente elettrica non è ella eguale in tali casi, o vogliam dire, non passa la medesima quantità di fluido elettrico in un dato tempo? Ciò è, che abbiamo stabilito, posta la *tensione* di carica eguale, vale a dire al medesimo grado dell'elettrometro. Come va dunque che la scossa è più forte quando viene da una boccia più grande, o da una batteria; e tanto più forte, quanto questa boccia o batteria ha maggiore capacità? Ciò viene da che la scarica è prolungata, cioè a dire che la corrente elettrica dura un tempo tanto più lungo, quanto la dose di fluido che forma la carica di detta grande boccia o batteria supera la dose che forma la carica della picciola boccia, portate al medesimo grado dell'elettrometro l'una e l'altra.

§ XLII. Si avrà forse della pena a credere che la forza della commozione sia dovuta alla continuazione del torrente elettrico, alla sua durata per un certo tempo, sembrando che siffatte commozioni elettriche, siccome le scariche delle boccie di Leyden che le

Digitized by Google

producono, siano istantanee, ed essendo sempre state riguardate come tali. Ma ben riflettendo si comprenderà tosto che niente si può effettuare assolutamente in un istante indivisibile; e che in particolare la corrente di fluido elettrico prodotta da una scarica qualunque, deve in ogni caso durare un certo tempo, un tempo finito; comecchè questo tempo possa essere cortissimo, e non misurabile coi nostri mezzi, come si è già detto (§ XXXIX e seg.). Ora la cosa procede giusto così: il tempo che dura il torrente elettrico prodotto dalla scarica di una grande batteria, per es. di 40, 60, o più piedi quadrati di armatura, caricata a 1 o 2 gradi del mio elettrometro a paglie sottili, scarica che può dare una assai forte commozione alla persona, cui questo torrente attraversi (§ XXXIII), un tal tempo non arriva sicuramente ad $^1/_{20}$ di secondo, e forse neppure ad $^1/_{50}$, o ad $^1/_{100}$. Non ostante si concepisce che può durare, e la ragione ci persuade, che dura effettivamente 100 volte più che il torrente prodotto da una boccia carica egualmente ad 1, o 2 gradi, ma la cui capacità sia 100 volte più picciola. Or bene; egli è a cagione di questa durata troppo corta di un torrente elettrico eguale altronde in velocità, che la scossa riesce insensibile, o quasi insensibile con tal picciola boccia; laddove ella è non solamente sensibile, ma fortissima; allorquando un torrente della medesima forza o velocità dura 100 volte più, provenendo dalla batteria di una capacità 100 volte maggiore, da una batteria caricata del pari a 1, o 2 gradi soltanto del mio elettrometro a pagliette.

§ XLIII. Questo tiene infine alla natura, e disposizione dei nostri organi, i quali, per essere affetti sensibilmente da un agente qualunque, hanno bisogno d'essere sottoposti alla di lui azione per qualche tempo, e sì per un tempo più o men lungo, secondo la natura d'esso agente e il suo grado di attività; e secondo ancora l'eccitabilità propria a ciascun organo. Gli è così che voi non provate punto di impressione sensibile pel contatto passaggiero e momentaneo di un ferro caldo, che vi brucierà le dita ove duri alcuni istanti. La cosa è molto più marcata allorchè l'agente applicato ad alcuno de' nostri organi, o sensi, è poco energico, come quando si applica alla lingua una sostanza leggermente sapida, alla pelle un liquore debolmente caustico, ec., giacchè non si risente il sapore, e il dolore, che dopo alcuni istanti: vi bisogna dunque per eccitargli un'azione continuata per un certo tempo. La necessità di una tal continuazione

Digitized by Google

di azione è ancora più osservabile allorchè (per riaccostarci al nostro soggetto) si vuol eccitare coll'apparecchio elettro-motore quella specie di pungimento, e di dolor cocente, che si sente facendo toccare una delle estremità di esso apparecchio (segnatamente quella che manifesta l'elettricità negativa) alla punta del naso, alla fronte, o ad un'altra parte del volto; giacchè se detto apparecchio non è troppo attivo, s'egli non è composto che di 20 coppie metalliche incirca, il bruciore non comincia a farsi sentire se non dopo che il contatto ha durato alcuni secondi.

§ XLIV. Egli è ben lungi, che l'azione elettrica, o la corrente di fluido prodotta o da una scarica di Leyden, o da uno de' miei apparecchi debba durare sì lungo tempo per eccitare ciò che si chiama la *commozione*: questa non è sì tarda a comparire come l'anzidetta sensazione di dolore; al contrario è molto pronta. Noi abbiam detto (§ XLII) e l'esperienza lo dimostra, che non richiede forse più di $^1/_{20}$, di $^1/_{50}$, di $^1/_{100}$ di secondo, o meno ancora, cioè di quel tempo che impiega la scarica di una grande batteria caricata ad 1, ovvero 2 gradi: che un sì corto spazio di tempo basta per dare una scossa assai forte. Ma sempre sta che vi vuole un qualche tempo; e che un istante indivisibile non basta, e neppure un tempo finito eccessivamente corto, com'è quello che impiega a scaricarsi una boccia 100 volte meno capace, caricata similmente ad 1 ovvero 2 gradi soltanto (§ ivi), tempo, che non arriva forse ad $^1/_{2000}$, ad $^1/_{5000}$, o $^1/_{10000}$ di secondo.

§ XLV. Coerentemente a ciò che veniamo di far osservare, si può, paragonando la scarica della grande giara o batteria colla scarica della boccetta 100 volte meno capace, si può, dico, considerare la prima come ripetizione di 100 scariche eguali a quella della boccetta, scariche le quali si succedono e colpiscono la persona 100 volte di seguito: e siccome tutti questi colpi replicati si succedono cotanto rapidamente, cioè nello spazio di $^1/_{50}$, di $^1/_{200}$ di secondo o meno, si può riguardargli, sendo così prossimi gli uni agli altri, come riuniti e confusi in un sol colpo, che si fa sentire per tal guisa 100 volte più forte. È cosa ben sicura che le impressioni portate sopra i nostri organi non si estinguono all'istante, ma durano qualche tempo. Quando dunque e le prime impressioni sussistendo ancora, ne sopravvengono delle altre in seguito, tutte queste impressioni si accumulano, per così dire, e ne risulta un'impressione altrettanto più viva ed energica.

Digitized by Google

§ XLVI. Concludiamo, che la durata della scarica, o della corrente elettrica, proporzionale alla capacità dei recipienti, supplendo alla debolezza, o picciola *tensione* della carica, possono ottenersi delle forti scosse, per debole che sia cotesta carica, fosse ella ancora di ½ grado, di $^1/_4$, di $^1/_{10}$ del mio elettrometro a paglie; purch'ella si trovi posseduta da recipienti proporzionalmente più grandi (come sarebbero delle batterie di 100, 200 ec. piedi quadrati di armatura), affine che il torrente prodotto dalla scarica abbia una durata tanto più lunga (quantunque non ancora misurabile a' nostri sensi).

§ XLVII. Egli è facile al presente di fare l'applicazione di ciò che abbiamo fin qui considerato, al mio apparecchio. Se una batteria elettrica, caricata ad 1 o 2 gradi dell'elettrometro a paglie, può dare una buona scossa, allorchè avendo 10 piedi quadrati di armatura (§ XXXIII) ella produce colla sua scarica una corrente di fluido elettrico che dura $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ di secondo, o meno (§ XLII); e se avendo 40, 60, 100 piedi, ella dà, per la medesima carica di 1, o 2 gradi, la quale si scaricherà per conseguenza in un tempo altrettanto più lungo, cioè di $^1/_{400}$, di $^1/_{600}$, di $^1/_{1000}$ di secondo, dà dico delle scosse altrettanto più forti (§ XXXIII, XLI), e cosa non dobbiamo aspettarci da' miei apparecchi elettro-motori, i quali siano composti di 60 a 120 coppie di rame e zinco, tanto cioè da manifestare anch'essi 1 in 2 gradi di *tensione*? Che non dobbiamo aspettarci da questi apparecchi, considerando, che il torrente elettrico eccitato da essi, in luogo di durare soltanto per qualche frazione picciolissima di minuto secondo, è continuo, e indeficiente? Cosa non dobbiamo aspettarci, ripeto, da questi apparecchi, che in un istante quasi caricano a 1, 2, 3 gradi, secondo che sono essi composti di 60, 120, 200 coppie metalliche ec., le giare, e le batterie più grandi, e le portano così allo stato di dare delle potenti scosse, come abbiam veduto? È egli sorprendente che possano darne di egualmente forti, o più ancora, essi medesimi? Deve anzi far meraviglia, che non lo diano ancora più forti e più violente di molto, che alcuna delle più grandi batterie caricate al medesimo grado di tensione; giacchè, riguardo alla durata del torrente elettrico, debbono paragonarsi questi apparecchj, che sono *elettro-motori perpetui*, alle batterie di una grandezza immensa, o la di cui capacità sarebbe infinita.

§ XLVIII. Lungi pertanto dal maravigliarci della forte commozione, che eccitano con una *tensione elettrica* assai debole i miei

Digitized by Google

apparecchj, la di cui capacità altronde può considerarsi come infinita, avendo riguardo alla durata della scarica, che è interminabile; dobbiamo piuttosto rintracciare la causa perchè non riesca ancora più forte tale commozione, e non superi di lunga mano quella della batteria la più grande che mai costruire si possa, caricata al medesimo grado; la di cui capacità sarebbe sempre finita, e la scarica limitata quindi a un tempo più o men corto; laddove interminabile è quella, ripetiamolo, de' detti apparati elettromotori. Ma conviene osservare primieramente che la durata della scarica, ossia del torrente elettrico, oltre un certo tempo, che non è già lungo, che non arriva forse a $^1/_{10}$ di secondo, non serve più ad accrescere o rinforzare la composizione. Non è che dentro certi limiti, i quali sarebbe difficile di determinare, che è riposta la continuazione dell'azione sopra i nostri organi. Gli urti e colpi che questi ne ricevono, colpi reiterati che si succedono senza interruzione, confondonsi in certa maniera in un sol colpo, come ho cercato di spiegare qui sopra (§ XLV). Durando dipiù, oltrepassando p. e. $^1/_{10}$ od $^1/_8$ di secondo, cominciamo a distinguere la durata della sensazione dall'intensità. Così continuando la corrente elettrica a stimolare l'apice della lingua, continua pure è la sensazione di sapore, continuo e crescente il bruciore sulla fronte, sul naso, o su altre parti delicate, se queste seguitino ad essere invase dal torrente elettrico di un apparecchio abbastanza forte.

§ XLIX. Avvi un'altra ragione per cui l'apparecchio, sia a colonna, sia a corona di tazze, non dà la commozione tanto valida, quanto aspettarcela potremmo dall'azione incessante di tal apparecchio, dalla scarica elettrica cioè continuata senza fine. Questa ragione è che gli strati umidi interposti a ciascuna coppia metallica riescono di un notabile ostacolo alla corrente elettrica, cioè la rallentano non poco, essendo essi conduttori imperfetti, come indicato già abbiamo, i liquori salini assai meno, a dir vero, dell'acqua semplice, ma pure imperfetti anch'essi in un grado considerabile.

§ L. Concludiamo da tutte queste osservazioni che le scosse prodotte dai miei apparecchi elettromotori ben lungi d'essere troppo forti, comparativamente al grado di *tensione* elettrica che si manifesta in essi, come potrebbe sembrare a prima giunta, o a chi non ponesse mente alle riflessioni sopra esposte ne' §§ XXXVIII e seg., sono anzi molto meno valide di quello dovrebbero essere in vista di

Digitized by Google

tali riflessioni; e ciò per le ragioni accennate ne' due ultimi §§ (XLVIII, XLIX). Ma ritorneremo ben presto su questo proposito..

§ LI. Farò qui osservare intanto che diverse esperienze riportate più sopra dimostrano che questi apparecchj, malgrado una *tensione* elettrica sì debole, che non arriva per avventura ad 1 o 2 gradi del mio elettrometro a paglie sottili, forniscono nulladimeno una quantità ben grande di fluido elettrico in pochissimo tempo; potrebbe quasi dirsi in un istante, una quantità invero prodigiosa. Son queste le sperienze medesime colle quali si riesce a caricare delle grandi boccie di Leyden, e fino delle batterie di molti piedi d'armatura, mediante il più corto contatto possibile d'uno di questi apparecchj elettro-motori, un contatto, che non dura un $^1/_{50}$ od $^1/_{200}$ di secondo (§XLII); e si arriva a portarvi la carica alla medesima tensione che ha l'apparecchio, cioè di 1, 2, 3 gradi: carica, cui giungerebbe appena a dare una buona macchina elettrica con alcuni giri del suo globo o disco, e quindi nel tempo di parecchi secondi; o pure un buon Elettroforo con 20, 30, 40 delle sue scintille. Sarebbe infatti una macchina ben buona e possente quella, che caricasse nel tempo di 1 secondo una boccia di un piede quadrato di armatura fino a 5 gradi di un buon quadrante elettrometro, che corrispondono a 60 gradi circa del mio a paglie sottili (v. nota 1ª al § XXXIV); e la quale caricherebbe quindi ad 1 solo di questi ultimi gradi nel detto tempo di un minuto secondo una batteria di 60 piedi quadrati. Certamente sarebbe una macchina molto possente quella che facesse tanto. Ora i miei apparecchj fanno anche di più in men tempo assai: essi caricano una tale batteria, ed eziandio delle più grandi, ad 1, 2, 3 gradi, secondo che sono essi apparecchj composti di 60, 120, 180 coppie metalliche (in ragione cioè di $^1/_{60}$ di grado per coppia) in quanto tempo? In $^1/_{20}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ di secondo, e forse più prontamente ancora. Egli è visibile da ciò che i miei apparecchj forniscono molto più abbondantemente che la migliore macchina elettrica; voglio dire che ad ogni istante tramandano e fanno passare maggior quantità di fluido elettrico in un recipiente di grande capacità, od in un circolo conduttore, di quello far possa codesta macchina: che insomma il torrente elettrico eccitato e mantenuto dai detti apparecchj, è più grande, più copioso di quello che può eccitare e mantenersi da una macchina elettrica la più grande e la meglio costrutta.

Digitized by Google

§ LII. Questa conclusione inaspettata sorprenderà forse e sembrerà paradossa a molti: (a quelli singolarmente che o nulla affatto o appena qualche segno elettrico aveano intraveduto ne' miei apparecchi, onde poco o niun conto stimarono doversene fare, prevenuti altronde per un altro immaginario agente, o così detto *fluido galvanico*): essa però non lascia d'esser vera a tutto rigore, ed è resa evidente non solo dalle addotte sperienze, ma da altre egualmente incontestabili. Essa spiega altronde assai bene e naturalmente come i medesimi apparecchj valgano a produrre certi effetti, o a portargli ad un più alto grado di quello possano le macchine elettriche ordinarie: quali effetti sono la decomposizione dell'acqua, e la termossidazione de' fili metallici che vi pescano, la fusione dei medesimi all'aria, la combustione di quelli del ferro ec. Per comprenderne la ragione basta concepire, che vi abbisogna un torrente di fluido elettrico molto abbondante, al segno che questo fluido ristretto e coartato al sortire da uno de' fili metallici, e passare nell'acqua, la quale come si è detto, è conduttore molto imperfetto, od all'entrare da questo liquido nell'altro filo parimenti metallico, lacera, per così dire, codesto liquido, ossia scompagina e decompone le di lui particelle, sulle quali porta la sua azione, quelle particelle che in picciol numero toccano esso filo; basta, dico, concepire che per cagionare tali decomposizioni chimiche fa d'uopo d'un torrente elettrico molto copioso e continuato; e ritenere che un tal torrente vien fornito e mantenuto molto meglio dagli apparecchi elettro-motori di cui si tratta, che non da una macchina elettrica ordinaria, e sia pure delle più potenti, come si è veduto (§ precedente).

§ LIII. Ho per altro creduto sempre che anche colla semplice corrente prodotta dal giuoco d'una buona macchina elettrica comune si potrebbe per avventura giugnere ad ottenere questi medesimi effetti (i quali altronde si erano già ottenuti colle scariche di Leyden; ond'è che invitato io avea particolarmente il Dott. VAN-MARUM a farne la prova colla sua grande macchina del Gabinetto di TEYLER. In oggi veniamo a sapere che la cosa è stata verificata in Inghilterra: è riuscito a taluno di quei Fisici di svolgere dall'acqua delle bolle di gas flogogene e di gas termossigene per mezzo della semplice corrente elettrica di una macchina ordinaria; la qual corrente resa continua col giuoco sostenuto di essa macchina, veniva obbligata ad attraversare un picciolo strato d'acqua sortendo od entrando per una sottilissima punta metallica, affine di concentrarvi tutta la forza.

Digitized by Google

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXXII** (*A*)

Dalla:

LETTERA DEL VOLTA
A CARLO AMORETTI
SUI FENOMENI DELLA RABDOMANZIA

– Pavia, 15 Giugno 1801 –

NOTA.

L'Amoretti, con una lettera in data 8 giugno 1801, aveva chiesto al Volta se i fenomeni rabdomantici *potevano avere rapporti con quelli dell'*elettricità metallica: *(così chiamavasi l'elettricità destata nel contatto di metalli di diversa specie).*

Risponde il Volta esprimendo le ragioni per le quali egli ritiene che i fenomeni rabdomantici, se pur son veri, non sieno di origine elettrica. Vedasi in proposito anche la Memoria « Sulla insussistenza della pretesa elettricità sotterranea », *pubblicata nel n. LXXVIII del Vol. IV dell'Ediz. Naz.*

Digitized by Google

Digitized by Google

AL CITTADINO AB. CARLO AMORETTI

Bibliotecario dell'Ambrosiana

Milano.

Pavia 15 giugno 1801.

C. A.

Jeri ed oggi ha subìto gli esami il giovane Vittoresi da voi raccomandato, e dal M.se Cusani, ed ha ottenuta l'approvazione ben meritata. Non facea bisogno di tante raccomandazioni, e ne sarebbe sortito egualmente con lode, avendo dato buon saggio delle sue cognizioni.

Riguardo ai fenomeni del Bletonismo, o dei così detti Aquarj, è inutile ch'io vi ripeta che non li ho mai creduti, e che non potrò mai indurmi a crederli veri. Ma voi mi domandate, se supposto che fossero veri e reali, e quali me li avete sommariamente esposti, non avrebbero qualche rapporto, o non potrebbero in alcun modo ridursi ai fenomeni del Galvanismo, e a quelli specialmente che ottengo io ora più manifesti e tanto più in grande coi miei nuovi apparati elettrici, composti non d'altro che di metalli, e di conduttori umidi; se infine non possono subordinarsi alla mia teoria dell'elettricità mossa dal semplice contatto di conduttori diversi tra loro, massime metallici. Per non diffondermi ora su questa materia vi dirò in breve, ch'io non ritrovo alcuna analogia tra i pretesi fenomeni *rabdomantici* e quelli del Galvanismo, ossia dell'elettriciià metallica, quali si ottengono co' miei apparati, e che molto più ancora si allontanano dalla teoria di questi. Se ne allontanano, e sono affatto disparati, o si riguardino gli originarj motori e loro disposizione, i corpi cioè onde procede l'azione; o si considerino i mezzi, ossia conduttori, per cui tal'azione si trasmetta, o finalmente gli effetti medesimi.

Digitized by Google

E primieramente quanto ai motori, nella mia teoria, e in tutti i miei sperimenti i migliori motori sono bene i metalli, ma voglion essere indispensabilmente metalli diversi posti a mutuo contatto in lunga serie continua interpolati ogni due da conduttori umidi e rivolti tutti nel medesimo ordine: con queste condizioni soltanto posson ottenersi degli effetti sensibili di scosse, bruciore, ecc. Sensibili, dico, in ragione del numero delle coppie metalliche in tal ordine regolato disposte; nè già può supplire a tali condizioni una gran massa di metallo; giacchè nè la massa, nè il volume, nè l'estensione de' mutui contatti contribuisce a render maggiore l'azione; ma unicamente il numero delle coppie metalliche eterogenee disposte, come si è detto, nell'istesso ordine, e interpolate da strati umidi.

Riguardo i mezzi, o conduttori, per cui si trasmette l'azione ne' miei sperimenti, truovo che la minima interruzione, l'intervallo di un centesimo di linea basta ad arrestare la corrente elettrica, e a togliere quindi ogni effetto, come pure basta l'interposizione di un corpo o strato sottilissimo, che sia o coibente, od imperfetto conduttore, come sarebbe una carta sottile da scrivere anche non molto asciutta, una foglia anche verde ricoperta della sua pellicola, la pelle medesima del nostro corpo, se non viene a bella posta immollata d'acqua, ecc. molto più poi i legni, la sabbia, o terra asciutta ecc. Or dunque se strati sottilissimi di questi corpi arrestano la corrente elettrica mossa da' miei apparati composti di 40, 60, 100, coppie di rame e zinco, metalli de' più attivi nel mutuo loro contatto, e impediscono le gravissime scosse che tali apparati sono atti a dare toccandoli con conduttori perfetti e continuati; come sarà possibile, che passi attraverso profondi strati di terra non del tutto bagnati da cima a fondo, attraverso la sola delle scarpe ecc. quella corrente elettrica tanto meno attiva, cui può movere una semplice massa di metallo, od anche due o tre metalli addossati, e sepolti in terra profondamente sotto a' piedi del vostro aquario? Ritenete amico, che le mie sperienze mi danno che una coppia de' migliori metalli move così debolmente il fluido elettrico, che non può vincere la resistenza che gli oppone od uno strato d'aria, di $^1/_{100}$ di linea, od un corpo qualunque nè metallico, nè inzuppato abbondantemente d'acqua, di grossezza anche minore.

Venendo da ultimo agli effetti, quali che offrono i miei apparati son ben diversi da quelli dei vostri aquarj da voi indicatimi. I

Digitized by Google

miei son veri effetti elettrici, che manifestansi anche ai sensibili elettrometri, e più colle scosse simili affatto alle scosse di Leyden. I vostri, tranne ciò che m'accennate di qualche dubbia scossa, sono tutt'altro: tremori, sensazioni di caldo, o di freddo, che invadono tutto il corpo, alterazione di polso, e soprattutto il rotare della bacchetta divinatoria, effetto che non è stato, nè sarà mai possibile di imitare coll'elettricità artificiale neppure la più poderosa, effetto oltremodo stravagante, e, lasciatemi pur dire, impossibile a credersi. Ma quando fosse pur vero, cosa ha da fare questo girare della bacchetta sulle dita col fluido elettrico? Quale mai corrente, di questo fluido potrebbe produrre un tal moto? Ed un'elettricità, che pur giugnesse a produrlo, non dovrebbe molto più facilmente movere i comuni elettrometri?

Provate dunque a dar in mano al vostro Aquario un elettrometro sensibilissimo a boccetta, uno de' miei colle paglie, e vedete se questi pendolini divergono: potrete allora almeno scoprire, e distinguere quand'è elettricità per eccesso, e quando è per difetto, i gradi della medesima, ecc.: ma son certo, che non vedrete niente: e persisterete a credere, che un'elettricità che non move punto i più sensibili elettrometri, valga poi a volgere in giro una pesante bacchetta? I miei apparati quando sono composti di un buon numero di coppie metalliche, cioè 40. 60. o più, e danno una scossa piuttosto forte, che arriva ai gomiti, ed anche alle spalle, non producono alcuno degli effetti da voi indicatimi, nè sensazioni di caldo o di freddo trascorrente le membra, nè tremori, nè molto meno potrebbero far rotare la bacchetta; producono però effetti sensibili negli elettrometri, massime coll'ajuto del mio Condensatore di elettricità. Senza del Condensatore 50. o 60. coppie metalliche innalzano appena di 1. grado le paglie sottili, ossia le fan divergere di ½ linea; e quindi il contatto di due soli metalli non arriva che ad $^1/_{50}$ circa di grado. Vedete se con questi dati potrebbe mai spiegarsi che una massa di un sol metallo, di due, o di tre, o di qualche altro conduttore, o conduttori diversi producesse effetti cotanto grandi come quelli, che si pretende succedano nei Penne, Anfossi, ed altri così detti Aquarj. Che poi succedano così marcati sopra alcuni individui soltanto, e sopra il comune degli uomini niente affatto, è un mistero ancora incomprensibile, e che non si può credere, e che se fosse pur vero, si allontanerebbe affatto dagli effetti che producono i miei

Digitized by Google

apparati, giacchè è ben vero che alcuni sentono più, altri meno le scosse, il dolore, il lampo, il sapore ecc.; a norma che han sortito un temperamento più o meno delicato; ma come non v'è nessuno il quale ne sia affetto cotanto smaniosamente, che affatto si distingua dagli altri, così poi non v'è nessuno che non provi la scossa più o meno, non senta il bruciore, non veda il lampo, ecc.

Ecco dunque come non v'è rapporto alcuno tra i pretesi fenomeni del Bletonismo, e i veri del Galvanismo, ossia dell'elettricità metallica, e come la mia teoria si rifiuta a questi. Con tutto ciò io persevero ad essere il vostro

Obb.mo Servo e Amico A. VOLTA.

Digitized by Google

(26)

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXXII** (*B*)

Dalla:

LETTERA

DEL PROFESSORE ALESSANDRO VOLTA

AL PROF. LUIGI BRUGNATELLI

SOPRA L'APPLICAZIONE DELL'ELETTRICITÀ

AI SORDOMUTI DALLA NASCITA

– Oltre il Giugno 1802 –

NOTA.

Descrive il Volta in questa lettera, le esperienze che sta facendo sopra una ragazza sorda dalla nascita, ed accenna ad altre compiute all'estero, delle quali ha avuto notizia.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vi scrissi già, che le tante detagliate relazioni di sordo muti, a cui è stato dato l'udito coll'applicazione del mio apparato elettromotore, singolarmente a *Tever* (Città della Vestfalia, e Capitale del Teverland, ch'è Signoria appartenente allo Zar di Moscovia) per opera, e col metodo giudiziosamente immaginato di un certo Sprenger, erano più che sufficienti a mostrare anche ai più increduli, che la cosa non è sprezzabile, e che merita almeno, che si provi da altri. Ho voluto dunque ancor io accingermi a tali prove, sebbene nodrissi più dubbj, che speranze; e già da giorni 15, adopero un metodo simile a quello di Sprenger sopra una giovinetta sorda dalla nascita, dell'età di circa 15. anni, che trovasi quì a Como in un Conservatorio di povere zitelle. Non posso dire di aver avuto finora un gran successo; ma però non può negarsi, che la paziente ha acquistato il senso dell'udito a segno di marcare varj suoni anche non molto forti, e in distanza di alcuni piedi. Si cominciò ad accorgersi, che sentiva qualche cosa al principio del terzo giorno, cioè dopo aver la giovane subìto da 8. a 9. operazioni della durata ciascuna di 10. minuti a cadaun orecchio, in cui si fan succedere le scosse ad ogni minuto secondo. In tutti i consecutivi giorni si osservarono de' progressi, ma piccioli. È curioso, che i suoni ottusi e cupi sono quelli ch'ella sente meglio, e i primi che ha potuti sentire, quali sono il battere sopra una scattola di legno vuota, o delle mani fra loro (cosa osservata anche nelle sperienze fatte a *Tever*, e riferita nella descrizione delle medesime) da alcuni giorni sente anche gli altri suoni, di varj stromenti cioè di Musica, di un campanello, ecc. e la voce umana; ma come pare molto oscuramente, confondendo spesso un suono coll'altro. Io continuerò per altri 15. giorni ad elettrizzare l'uno e l'altro orecchio coll'istesso metodo, cioè coll'applicare al-

Digitized by Google

ternativamente l'estremità di un filo metallico, che forma un bottoncino e che procede dall'estremità positiva dell'apparato per un minuto al tragus, per due al meato esterno, e per un altro minuto dietro l'orecchio interno al processo gastrocnemio, e portandovi frequenti scosse mediante il toccamento ad ogni minuto secondo dell'altra estremità negativa con un cannone metallico impugnato dalla mano umida sinistra quando si opera sull'orecchio dritto, e viceversa; e ciò quattro volte almeno per giorno. Continuerò, dico, fino a compiere un mese di prove, che è il tempo più lungo impiegato da SPRENGER alla guarigione dei sordi più difficili, dubito però molto di riuscire così bene come vien pubblicato da più parti ch'egli sia riuscito in più di 40. casi, ed altri pure in varj altri casi. Dubito, che la mia paziente possa giungere a ben distinguere le voci articolate. Ella ha sicuramente acquistato qualche cosa: non sentiva punto i suoni più forti da nessuno degli orecchj, or sente i discretamente forti singolarmente dall'orecchio dritto; ma siamo ben lontani da quella finezza di udito, che si ricerca per ben sentire la voce umana poco alzata, e distinguere l'articolazione delle parole, come si richiede per imparar a parlare: che se anche potessimo giugnere fino a questa finezza, e perfezione di udito, chi sa se e quanto durerà, giacchè siamo informati dalle stesse relazioni delle prodigiose cure successe in Germania, che parecchi sono ricaduti quasi nella primiera sordità dopo qualche tempo; non tutti però: ma degli altri non sappiamo ancora se molti, o pochi, o qualcuno dei già sordi muti, abbia poi imparato a parlare; giacchè dopo il mese di Giugno non ho più relazione come siano andate le cose, e fino allora non potevano ancora i guariti aver appreso il linguaggio. Mi si dice, che anche a Parigi nell'Instituto de' Sordi e Muti si siano intraprese da qualche tempo le sperienze; ma non so con qual metodo, nè con qual esito. Ne sapete voi qualche cosa? In Germania, ove si son fatti i tentativi in tanti luoghi, e da tanti, ed ove si son pubblicate tante relazioni, ed opere stimabili intorno all'applicazione del *Galvanismo*, o come aman meglio di chiamarla elettricità metallica, si decantano varie altre guarigioni di debilità di vista; e fin di gotta serena, di membri paralizzati, ec.; ma ciò che è curioso è che alcuni oltre l'udito hanno acquistato anche il senso dell'odorato, di cui erano affatto privi; e ciò col solo elettrizzare gli orecchj col metodo indicato. Non è però maraviglia, giacchè quasi tutte le parti interne della testa si risentono da quelle

Digitized by Google

scosse, quasi tutte vengono invase e attraversate dalla corrente elettrica, ed anche molte delle parti esterne, come si vede dal convellersi in tutte le scosse che si danno all'orecchio i muscoli temporali, e i zigomatici.

Come già dissi non ho molta speranza di riuscire perfettamente colla ragazza sorda, su cui sto ora sperimentando. Spero molto dippiù da un altro sordo muto, che sente pur qualche poco i suoni forti, e che fra poco assoggetterò alle prove.

Sono ec.

Digitized by Google

Digitized by Google

(27)

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXX**

Dalla Memoria:

AUX RÉDACTEURS DE LA BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE ALEXANDRE VOLTA

.... LU PAR L'AUTEUR À LA SOCIÈTÈ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE.... DANS LA SÈANCE DU 27^e^. VENTOSE

– 18 Mars 1802 –

NOTA.

In questa Memoria il Volta proponendosi di rispondere ad un'obiezione del Nicholson, richiama la teoria del Contatto nella sua forma più generale, e dopo aver posto in luce la funzione dei conduttori umidi e l'influenza della loro natura prende in considerazione gli effetti chimici ottenuti col suo apparato elettromotore.

Digitized by Google

Digitized by Google

Pour répondre à votre invitation, je vous adresse mes observations sur l'article du *Journal de Nicholson*, que vous m'avez communiqué avec quelques autres écrits où se trouvent différentes objections à ma théorie des phénomènes galvaniques, que je crois avoir assez démontré être des véritables et simples effets d'une électricité mue par le contact mutuel des métaux differens, dont sont composés mes appareils, bien plus que par le contact de ces mêmes métaux avec les substances humides interposées entre chaque paire. Comme je me proposois de refuter l'opinion contraire, qui attribuoit tout, ou presque tout, à l'action des fluides sur les métaux, opinion, qui avoit prévalu parmi les Physiciens, et les Chimistes sur tout, j'ai beaucoup insisté dans mes derniers Mémoires sur cette électricité qui provient du contact des métaux differens; en soutenant et demontrant que, dans les appareils, tant à colonne qu'à couronne de tasses (comme je les appelle) le fluide électrique étoit mu avec la même force à-peu-près, soit que les couches séparatrices fussent d'eau pure, ou d'eau salée. Puisqu'il est de fait, que la qualité de l'électricité, savoir positive ou négative, et par là la direction du courant, reste toujours celle qui est déterminée par le contact mutuel des métaux differens, et que le degré ou tension de cette électricité démeure le même aussi, si non précisément, du moins à peu de chose près, soit que les couches humides soient de l'eau pure ou de l'eau salée.

Comme cela a pu faire croire, que je n'accordois aucun pouvoir ou action sur le fluide électrique à aucun conducteur humide mis en contact avec des conducteurs métalliques, je ferais remarquer pour detromper ceux qui m'ont mal compris, qu'au contraire je n'ai jamais attribué aux métaux exclusivement la faculté d'inciter

Digitized by Google

le fluide électrique par leur contact mutuel, lorsqu'ils sont de differentes espèces, ayant reconnu, et prouvé par un grand nombre d'expériences directes, que cette faculté appartenoit, sans exception, à tous les conducteurs; et que si elle étoit en général plus marquée entre les métaux, elle ne laissoit pas que de se manifester aussi dans le contact d'un métal, ou conducteur de première classe (comme j'appellois les métaux et le charbon) avec un de la seconde, ou conducteur humide.

Cette assertion se trouve répétée bien de fois dans plusieurs de mes Mémoires, dès l'année 1794, jusques à 1798; nommément dans mes lettres à VASSALLI, à GREN, à ALDINI, publiées dans les *Annali di Chimica* du Prof. BRUGNATELLI de Pavie. Ces expériences, qui la prouvent de plusieurs manières y sont aussi décrites amplement. C'est principalement dans la première lettre, à GREN de 1796, qui fut aussi imprimée dans son Journal Allemand (*Neues Journal der Physik*. IV. Band, 1797) que j'établis ce principe de l'action motrice sur le fluide électrique, qu'exercent par le simple contact mutuel. 1° Les conducteurs de première classe, ou metalliques (bien entendu que ce contact se fasse entre deux de différente espèce). 2° Un conducteur de première classe avec un de la seconde, ou conducteur humide. 3° Même deux de cette dernière classe bien différens entr'eux: J'établis, dis-je, ce principe d'après l'expérience et de nombreux essais que j'avois faits; et je montre comment, pour déterminer un courant électrique dans un cercle conducteur, il faut que ce cercle soit formé au moins de trois de ces conducteurs différens; soit deux de la première classe différens entr'eux, et un quelconque de la seconde; soit deux de la seconde aussi différens, et un de la première; soit enfin trois, tous de la seconde classe, et tous différens.

Pour mieux montrer la chose, et la mettre, pour ainsi dire, sous les yeux, j'ai joint dans cette même lettre plusieurs figures qui représentent dans plusieurs combinaisons de conducteurs des deux classes, variés en nombre et en position, quelles sont celles qui doivent donner lieu au courant électrique, et celles qui ne le doivent pas, les forces en sens contraire se contrebalançant. Or, les figures pour les combinaisons actives plus simples, que j'ai exposées, sont celles-ci, où les conducteurs de première classe sont désignés par des lettres majuscules A et Z, (argent par exemple et zinc) et ceux de la seconde classe par les lettres minuscules *e*, *s* (eau, et solution saline).

Digitized by Google

Ainsi donc, dans la fig. 1, ce sont deux conducteurs de la première classe différens, par exemple argent et zinc, qui se touchent immédiatement, et qui communiquent dans un autre endroit par l'intermède d'un conducteur humide ou de seconde classe; dans la fig. 2 ce sont deux conducteurs de la seconde classe assez différens entr'eux (par exemple eau et sulfure de potasse) qui se touchent, joints en cercle par un métal (par exemp. argent). En termes plus concis: dans la fig. 1 c'est un seul conducteur humide interposé entre deux métaux différens qui complétent le cercle; dans la fig. 2, c'est un seul métal placé entre deux conducteurs différens.

Tout cela est indiqué dans ma première lettre à GREN, qui fut publiée dans les Journaux Allemands, dans la continuation de cette lettre, et dans une seconde très-longue qui ne parut que dans les *Annali di Chimica* de Pavie, déjà cités, je m'étends encore beaucoup sur ce sujet, et j'y ajoute des éclaircissemens; entr'autres, je m'exprime à-peu-près dans ces termes au § 77.

« Je procède à prouver par des expériences directes ce que j'ai « déjà avancé (§ 56): savoir que la faculté que les métaux, ou conduc- « teurs de la première classe, ont de mettre en mouvement le fluide « électrique par leur attouchement mutuel (bien entendu qu'ils soient « de différente espèce), de donner de ce fluide, ou d'en prendre l'un « à l'autre; cette même faculté, ils l'ont aussi lorsqu'ils sont mis en « contact avec des conducteurs humides, ou de seconde classe: avec « la seule différence, que dans ce dernier cas le degré de cette force, « qui se déploie, est communement, lorsque surtout c'est de l'eau « simple ou des humeurs peu différentes de l'eau, que le métal touche, « le degré, dis-je, de cette force est bien moindre, que dans l'autre « cas du contact mutuel des métaux différens ».

« Je dis *communément*, et lorsque les conducteurs de seconde « classe qu'on met en contact des métaux sont de *l'eau simple, ou* « *d'une nature peu différente de l'eau;* parce que l'action électrique « qui se déploie par le contact de plusieurs solutions salines avec les « métaux, principalement de certains acides avec certains métaux, « et des alkalis concentrés avec presque tous les métaux, est souvent « plus forte et plus marquée que celle qui se déploie par le contact « mutuel de deux métaux peu différens entr'eux, comme le dé- « montrent les expériences que j'ai faites là-dessus, et que j'ai déjà « rapportées (§ 23 et 24), dans lesquelles une grenouille non com-

Digitized by Google

« plètement préparée, ou autrement peu excitable placée de la ma-
« nière ordinaire, dans deux vases d'eau, n'entroit point en convul-
« sion lorsqu'on complétoit le cercle avec un arc composé de deux
« de ces métaux peu différens, comme argent et cuivre, cuivre et
« fer, etc., tandis qu'elle étoit fortement secouée en établissant la
« communication entre les deux verres au moyen d'un seul métal;
« par exemple, d'un simple arc de fer, ou d'un purement d'étain,
« à une des extrémités duquel j'avois mis une goutte d'eau fortement
« salée, une goutte d'acide nitrique, ou d'une solution alkaline ».

Il seroit trop long de copier d'autres paragraphes qui contiennent la description détaillée des expériences que j'avois faites, avec une grande variété de liqueurs, combinées à différens métaux. Je dirai seulement que j'avois été frappé de la grande activité du foie de soufre, ou sulfure alkalin, en contact avec l'argent et d'autres métaux, pour donner impulsion au fluide électrique; les effets obtenus étant plus forts que ceux provenant du contact de l'argent avec l'étain, et presqu'aussi forts qu'avec l'argent et le zinc: ce que je fis remarquer.

En voilà assez pour détruire l'objection et le reproche qu'on n'a pas manqué de me faire, comme si j'attribuois exclusivement aux métaux la faculté d'inciter par leur contact mutuel, et mettre en mouvement le fluide électrique. Cependant outre tant d'assertions formelles et de preuves du contraire, c'est-à-dire, que cette même faculté étoit commune à tous les conducteurs en général, de sorte, qu'ils devenoient tous *moteurs* à un degré plus ou moins grand, par leur contact mutuel, pourvu seulement qu'ils fussent différens, outre, dis-je, ces assertions, et ces preuves consignées dans les mémoires déjà cités, j'avois eu soin dans tous les autres mémoires, qui suivirent ceux-là, de ne jamais restreindre l'expression de *moteurs* du fluide électrique aux seuls métaux, mais de les désigner seulement comme les plus propres et les plus actifs en général: en effet, au lieu de dire, par exemple, l'impulsion que donnent au fluide électrique par leur contact mutuel les *conducteurs métalliques différens*, j'ai toujours dit les *conducteurs différens, surtout métalliques*: ce qui exprime assez la chose.

Enfin, dans le Mémoire que je lus, au mois de Novembre passé, à l'Institut national de Paris, et qui se trouve inséré dans le N.° 220 des Annales de Chimie, je crus à propos de m'expliquer encore une fois clairement, et de rappeler mes anciennes expériences sur ce sujet: voici ce que je dis au § 12.

Digitized by Google

« Mais le fluide électrique ne reçoit-il aucune impulsion du « contact immédiat d'un métal avec un conducteur humide? J'ai « prouvé l'affirmative par beaucoup d'autres expériences, rapportées « dans les lettres dont j'ai dejà parlé. Cependant cette impulsion « est si foible, lorsq'on n'emploie que l'eau pure ou salée, qu'on « ne peut la mettre en parallèle avec celle qui provient de la commu- « nication des métaux bien différens, tels que le zinc avec l'argent « ou le cuivre: à l'exception de quelques acides concentrés, de quel- « ques liqueurs alkalines, des sulfures alkalins etc., qui impriment « par leur contact avec divers métaux une impulsion très-sensible ».

D'après ce que je viens d'exposer, on voit que la construction d'un appareil électromoteur (qu'on veut encore appeller galvanique) en employant un seul métal entre deux liqueurs différentes, comme Mr. DAVY l'a heureusement exécutée, bien loin de former une objection à ma théorie, en est une confirmation; que cette construction est tout-a-fait dans mes principes, et qu'elle se rapporte à la figure 2, (voyez les fig. ci-dessus), comme la construction de l'autre appareil que j'ai inventé et mis en vogue, où il entre deux métaux et un seul conducteur humide, se rapporte à la fig. 1. Ces appareils en effet ne sont autre chose l'un et l'autre qu'une addition ou série continuelle, et régulière de plusieurs de ces combinaisons simples, représentées par les dites figures. Aussi me suis-je beaucoup réjoui en apprenant cette réussite de Mr. DAVY avec un seul métal et deux liquides différens.

Au reste, si je me suis tenu dans mes appareils, soit à colonne, soit à couronne de tasses, à la construction de deux métaux et un conducteur humide, c'est d'abord que je l'ai vue infiniment plus commode que l'autre des deux liquides et un seul métal. En second lieu, parce qu'il m'a paru très-difficile de pouvoir tenir confinés à leur place les deux liquides, qui d'ailleurs devoient se toucher, sans qu'ils se confondissent ensemble. C'est par cette raison surtout que j'ai fait très peu d'essais de ce genre, et que je n'eus aucun succès. Mr. DAVY au contraire, y à réussi avec différens appareils et particulièrement avec un tout-à-fait semblable au mien à couronne de tasses; et qui n'en diffère que par l'article d'un seul métal communiquant à deux liquides différens, d'après la fig. 2, au lieu de deux métaux et un seul liquide, suivant la fig. 1. Il a réussi en employant pour un des liquides l'acide nitrique concentré, ou mieux

Digitized by Google

le solfure de potasse, que j'avois trouvé aussi dans mes anciennes expériences des combinaisons simples être parmi les conducteurs humides, ou de seconde classe, l'un des meilleurs moteurs, comme j'ai déjà dit; et afin d'empêcher le mélange, pour un certain temps au moins, il lui a suffi de faire communiquer la liqueur d'une tasse avec celle de l'autre, par l'entremise d'un carton ou drap mouillé d'eau. Cet heureux expédient a valu à Mr. DAVY la réussite d'un appareil composé, assez actif pour donner la commotion, avec un seul métal.

Je ne conçois pas comment on pourroit regarder celà comme une grande objection à ma théorie, tandis que, comme je l'ai déjà dit et montré, c'est une chose tout-à-fait conforme à mes principes et à mes expèriences. Oui: ce seroit *une forte objection* (comme s'exprime Mr. NICHOLSON dans son Journal) *à cette partie de ma théorie qui attribue tout aux métaux, et rien aux fluides*, si effectivement je soutenois celà; mais on a dû voir, que mon opinion fondée sur mes propres expériences, est depuis long-temps bien différente: on l'a dû voir, et on ne pouvoit pas se le dissimuler; les Mémoires étoient imprimés où je me suis exprimé là-dessus assez clairement. Or comme Mr. NICHOLSON dit qu'on ignoroit probablement sur le Continent, à cause des corréspondences interrompues, les expériences et découvertes faites dernièrement en Angleterre, je puis dire de même qu'on ignoroit en Angleterre celles que nous avions faites il y a quelques années.

Je conçois encore moins qu'on fasse tant valoir la substitution du charbon de bois au métal dans l'appareil dont il s'agit, et comment on m'objecte celà encore; tandis qu'il y a long-temps qu'il est connu que le charbon se comporte à tous égards comme les métaux, en qualité et de conducteur, et de moteur d'electricitè. C'est moi, qui le découvris et l'annonçai en 1793. (V. *Annali di Chimica*); savoir, que le charbon, reconnu déjà pour un bon conducteur, étoit aussi un excellent *moteur* d'électricité par son contact avec les métaux, surtout avec l'étain et le zinc; et qu'il tenoit une place près de l'argent, qu'il dévançoit même. Depuis ce temps j'ai toujours compris le charbon, comme aussi la plombagine, parmi les conducteurs de première classe, les *conducteurs secs*; classe que j'appelle aussi des *conducteurs métalliques*, parce que la plupart le sont; mais j'ai souvent averti, que le charbon y est compris; et dans un de mes Mémoires,

Digitized by Google

où j'ai tracé une espèce d'échelle de ces conducteurs, suivant qu'ils poussent le fluide électrique l'un dans l'autre, je l'ai justement placé au-dessous de l'argent, et de l'or.

Mr. NICHOLSON objecte encore aux physiciens d'avoir été trop *précipités* à admettre d'après ma théorie, que l'électricité soit le seul agent dans les phénomènes galvaniques, la seule cause efficiente de ces phénomènes. Il auroit fallu attendre, j'ajouterai, qu'on fût parvenu à produire tous les effets propres à la pile, avec l'électricité ordinaire des machines. Eh bien: que dira-t-il à présent qu'on les a effectivement obtenus; et avec une électricité élevée à ce même degré qui se manifeste dans la pile, etc.? Je me rapporte en celà à des expériences faites justement en Angleterre, qu'il doit connoître; et à celles exécutées en grand en Hollande par mon ami le Dr. VAN-MARUM. Que dira-t-il, si non qu'il est tenu de se rendre à l'évidence?

On a fait, et on continue de faire d'autres objections à ma théorie. Ce ne sont pas, dit-on, des phénomènes purement électriques que présente la pile: le développement du gaz hydrogene d'un côté, et de l'oxigène de l'autre; l'oxidation des métaux; la production d'un acide (l'acide nitrique à ce qu'il paroît) du côté de l'oxigène, et d'un alkali (l'ammoniaque) du côté de l'hydrogène, etc., ces fait semblent être propres seulement à cette classe d'appareils. D'ailleurs, cette oxidation paroît être plutôt cause qu'effet de l'action galvanique, ou contribuer au moins beaucoup à son énergie.

Je réponds premièrement, que dès que tous ces effets de la pile ont peu être produits et imités exactement par l'électricité ordinaire, il ne doit plus y avoir de difficulté à les attribuer à l'électricité qui se manifeste dans la pile elle-même au degré suffisant pour les produire, eu égard surtout à son action continuelle. En second lieu, que l'oxidation est en partie indépendante de l'action galvanique, ou pour mieux dire électrique ; car elle est l'effet chimique ordinaire de tel ou tel fluide sur tel ou tel métal: elle en dépend aussi en partie, en tant que le courant électrique modifie singulièrement cette oxidation, en l'augmentant beaucoup dans le métal d'où le courant sort pour passer dans l'eau ou tout autre liquide oxidant, et en la diminuant ou supprimant tout-à-fait dans le métal où le courant électrique entre, et où le gaz hydrogène se développe. Ainsi donc, le courant électrique exerce une action oxidante, et une désoxidante, suivant qu'il passe d'un métal dans un liquide,

Digitized by Google

ou du liquide dans le métal; mais cette action n'est nullement la cause du courant, elle n'en est que l'effet.

Je sais bien qu'il y a des apparences contraires qui ont pu en imposer: on a observé qu'en général, plus l'un des métaux est oxidable (le zinc en effet est à cet égard en première ligne) et plus le liquide qui le touche est oxidant, et plus aussi la commotion que donne la pile est forte, et plus le développement des bulles d'air autour des fils, qui plongent dans l'eau et font partie de l'arc conducteur, est prompt. Mais il faut observer que ces effets, je veux dire ce développement des gaz, et surtout la commotion, tiennent non seulement à la force ou charge d'électricité, mais aussi a la quantité plus ou moins perméable des conducteurs du courant électrique. Or ce courant est toujours fort retardé si les conducteurs métalliques sont interrompus par d'autres non-métalliques infiniment moins bons qu'eux, et cette disposition a lieu dans la pile. Ce même courant est beaucoup plus retardé par l'eau simple que par les solutions salines, qui ne sont pas à beaucoup près si mauvais conducteurs qu'elle, ainsi que des expériences directes l'ont prouvé. Voilà pourquoi en imbibant de ces humeurs salines les cartons de la pile, on a des commotions beaucoup plus fortes par le même nombre de couples métalliques, et par le même degré de tension électrique de la pile, qu'en les trempant d'eau pure: on a, dis-je de beaucoup plus fortes commotions, indépendamment de l'action chimique de ces liqueurs salines.

Parmi un grand nombre d'expériences qui prouvent mon assertion, il y en a une que j'ai rapportée dans un de mes derniers Mémoires; (celui que je lus à l'Institut national de Paris): dans cette expérience, un appareil à couronne de tasses donnoit à l'électromètre à peu-près le même degré d'électricité lorsqu'il n'y avoit dans les tasses que de l'eau pure, que lorsqu'il y avoit de l'eau salée; tandis que la commotion étoit incomparablement moins forte avec l'eau simple. Or l'électromètre est bien un meilleur juge de la force électrique, c'èst-à-dire, il nous fournit une mesure bien plus fidèle, et bien plus exacte de cette force que la commotion, laquelle dépendant en grande partie de circonstances accessoires, et surtout de la bonté de l'arc conducteur, n' est souvent qu'un signe très-équivoque, et jamais une mesure précise.

Une autre expérience bien démonstrative, que je propose

Digitized by Google

ici, est de charger une très-grande bouteille de Leyde, à un degré très-foible, au point seulement qu'elle puisse donner une médiocre secousse jusqu'au coude lorsque d'une main mouillée on tiendra l'extérieur de la bouteille, et que de l'autre également mouillée et armée d'un conducteur métallique un peu volumineux, on touchera le crochet de cette même bouteille. Après avoir bien remarqué la force et l'étendue de la commotion lorsqu'on décharge la bouteille de cette manière, essayez de décharger cette même bouteille, chargée précisement au même degré, en substituant au conducteur métallique tenu dans la main une pile avec les cartons humettés d'eau pure, et une autre fois une pile du même nombre de pièces mais dont les cartons soient imbibés d'une bonne solution saline: vous éprouverez une commotion très-foible lorsque la pile à l'eau servira d'arc conducteur, et une beaucoup moins foible lorsque vous employerez la pile à l'eau salée; et celle-ci sera encore considérablement inférieure à la commotion obtenue par l'intermède du conducteur métallique pur.

Ainsi donc les interpolations des couches humides aux couples métalliques, soit dans les piles, soit dans les appareils à couronne de tasses, sont, surtout lorsque le liquide est de l'eau pure, des obstacles très-considérables à la rapidité du courant électrique qui sans ces entraves seroit beaucoup plus grande. On diminue ces obstacles suivant que les liquides choisis sont des conducteurs moins imparfaits, et qu'ils s'appliquent mieux au contact du métal: et par cette raison probablement ceux qui attaquent le métal même et s'eppliquent ainsi de bien plus près à sa surface, réussissent le mieux. On les diminue encore, ces obstacles, à mesure qu'on donne plus d'étendue au contact de la substance humide avec le métal. Cela explique l'avantage des grandes plaques qui serrent entre elles des disques humides aussi grands.

Cependant les appareils ou piles à grandes plaques, qui brûlent si aisément le fil de fer et fondent d'autres fils métalliques, ne donnent pas des commotions sensiblement plus fortes que les piles étroites, à nombre égal de plaques, de même qu'elles n'élèvent pas l'électromètre à un plus haut degré de tension. Ce dernier fait s'entend facilement: mais, que la commotion provenant d'une pile qui a la force de fondre des fils métalliques soit moderée et supportable, celà paroit bien surprenant, et difficile à expliquer. Cepedant on le

Digitized by Google

comprendra assez si on réflechit que le corps même de l'homme retarde beaucoup, comme mauvais conducteur, le courant électrique mû avec une foible tension, comme l'est toujours celle de la pile. On a des preuves de ce retard par d'autres expériences analogues; en tirant la commotion d'une grande bouteille de Leyde foiblement chargée, ou d'un de mes appareils, avec une chaîne de personnes qui se tiennent réciproquement serrées par leurs mains humectées, on trouve que cette commotion s'affoiblit beaucoup pour chaque personne qui s'ajoute successivement à la chaîne. Avec deux personnes seulement elle est déjà considérablement moins forte qu'avec une seule; d'où l'on peut juger que même une seule personne retarde déjà beaucoup le courant électrique par l'obstacle que lui oppose le corps humain à traverser.

Cet obstacle a tant d'influence, que si dans l'expérience des grandes plaques disposées pour fondre et brûler le fil de fer, ce fil, au lieu de communiquer immédiatement avec la base de la pile, communique avec elle moyennant une personne qui la tienne dans sa main, ou autrement, on ne réussit plus à fondre, pas même sa pointe; tandis que, par une communication immédiate, on en fondroit plusieurs lignes etc.

Concluons que tous les conducteurs humides, ou de seconde classe, sont des conducteurs très-imparfaits; mais que l'eau tenant en dissolution d'autres substances, et surtout des sels, est un conducteur beaucoup moins imparfait que l'eau pure. Mr. CAVENDISH, dans un excellent Mémoire dans lequel il ramène tous les phénomènes de la torpille aux lois de l'électricité, (Trans. Phil. 1775) estime, d'après certaines expériences, que l'eau est 400 millions de fois moins conductrice que les métaux.

Concluons que si on obtient des commotions, et d'autres effets beaucoup plus forts lorsque les couches humides de l'appareil électro-moteur sont des solutions salines, que lorsqu'elles sont de l'eau pure, ce n'est pas qu'elles augmentent réellement la force électrique: si quelquefois elle l'accroissent un peu, d'autrefois aussi elles la diminuent, suivant que l'impulsion que leur contact avec les métaux produit sur le fluide électrique, (impulsion ordinairement foible mais réelle cependant, ainsi que je l'ai montré plus haut) favorise ou contrarie le courant électrique déterminé par le contact mutuel des métaux différens dont est composé l'appareil. Ce n'est

Digitized by Google

pas, dis-je, que ces solutions salines contribuent beaucoup à exciter le fluide électrique, et à le pousser dans la direction que prend son courant, en un mot, à augmenter la force ou tension électrique; bien moins, dirai-je, qu'elles soient la principale cause de cette électricité; mais c'est plutôt parce qu'elles opposent moins de résistance, en leur qualité de conducteurs moins imparfaits, à ce courant déterminé par le contact mutuel des métaux différens: c'èst, en un mot qu'elles le laissent passer plus librement.

Au reste ce ne sont pas toujours les liquides les plus oxidants qui donnent lieu aux plus fortes commotions: et, en général, si on compare bien, je ne dis pas les effets sur l'électromètre, mais même les commotions (qui sont d'ailleurs des signes si équivoques), on ne remarquera pas ce rapport entre la vertu oxidante des liqueurs employées dans l'appareil, ou pour mieux dire, entre le procédé d'oxidation qui a lieu, et la force de la commotion. Par exemple, la potasse liquide n'est pas un fluide plus oxidant, il n'attaque pas plus les métaux, et en particulier le zinc, que ne le fait l'eau pure; et cependant si les cartons de la pile sont imbibés de cette liqueur alkaline au lieu d'eau, la commotion qu'on reçoit dans ce cas est beaucoup plus forte, et près que égale à celle qui auroit lieu s'ils étoient imprégnés d'eau salée ou acidulée. La potasse liquide n'est pas une substance plus oxidante, mais elle est un beaucoup meilleur conducteur que l'eau: voilà pourquoi elle permet, je m'exprime ainsi, une commotion beaucoup plus forte. Tout dépend donc, sous le rapport de la commotion plus ou moins forte, et du plus ou moins prompt développement des gas autour des fils métalliques plongés dans l'eau, et qui font partie du cercle, tout dépend, dis-je, ou près que tout, sous ces deux points de vue, de la faculté conductrice des liquides interposés; faculté qui varie beaucoup pour les différentes solutions salines.

Encore un mot sur ce que plusieurs physiciens croient la présence de l'air respirable nécéssaire à l'action de la pile; et que dans le vide de la machine pneumatique cette action cesse entièrement, ou à-peu-près: le Dr. VAN-MARUM vient de prouver le contraire; et quand il ne l'auroit pas fait, mes épreuves déjà rapportées dans ma lettre à Sir JOSEPH BANKS (Mars 1800) qui consistoient à entourer d'huile ou de cire toute la pile, laquelle continuoit d'agir très-bien avec une telle enveloppe, et pendant plusieurs semaines, ces expé-

Digitized by Google

riences, dis-je, démontrent assez que les effets ont lieu sans le concours de l'air.

Mais comment ont-ils donc été induits en erreur les physiciens qui attestent avoir vu les effets de la pile disparoître ou s'affoiblir prodigieusement dans le vide de BOYLE? En accordant quelque chose à leurs observations, j'expliquerois le fait en attribuant l'affoiblissement des signes d'action, premièrement à l'évaporation de l'humidité des cartons, évaporation provoquée par le vide d'air qui à pu les dessécher au point de ne plus laisser passer le courant électrique avec la vitesse requise pour donner une commotion assez sensible; en second lieu, à ces mêmes vapeurs, condensées sur l'extérieur de la pile jusqu'à la mouiller; ce qui, comme on sait, nuit beaucoup.

On m'objectera qu'on à observé que l'air d'un vase dans lequel on tient enfermée une pile en action, diminue sensiblement. — Il concourt donc.... Oui, repondrai-je, il concourt à l'oxidation des métaux, qui est en train, mais cette oxidation n'à proprement rien à faire avec l'action électrique, comme je l'ai assez fait voir: c'est un phénomène purement chimique, dont je ne dois pas m'occuper ici, où il n'est question que de l'excitation électrique et des phénomènes qui en dépendent. Sous ce dernier point de vue, l'oxidation a bien quelque rapport à l'électricité de la pile, mais comme effet de celle-ci, et nullement comme cause; suivant ce que nous avons expliqué.

Digitized by Google

(28)

Dal Volume IV. *dell'Edizione Nazionale*

N. **LXXIII**

Dalla:

LETTERA

A

MARTINO VAN MARUM

SU

DISCUSSIONI ED ESPERIENZE

– Como, Giugno 1802 –

NOTA.

Questa è la risposta del Volta ad una lettera del Van Marum in data 29 Novembre 1801: questa lettera del Volta è di notevole importanza perchè da essa emerge come egli abbia avuto l'intuizione, dei concetti che sono alla base di una teoria matematica della pila.

Digitized by Google

Digitized by Google

. . . . . .

Avec une pile de 120. couples métalliques partagée en deux, je chargeois dans un tems le plus court possible cette batterie à 2. degrés de mon électrometre à pailles minces et au point d'en avoir une secousse passablement forte, qui s'étendoit jusqu'aux épaules. Vous etes allé beaucoup plus loin; vous avez chargé une batterie d'environ 140. piés quarrés avec une pile de 200. couples et avez obtenu des commotions considerablement plus fortes, etc. Cependant elles ne l'ont pas été autant qu'elles auroient pu l'être. Vous dites, que ces commotions de la grande batterie n'égaloient pas encore à beaucoup près celles que donnoit la pile elle-même, qui étoient du double plus fortes. Cela vient probablement de ce que le verre de vos jarres étoit trop épais: s'il avoit été aussi mince que celui des miennes, votre batterie auroit eu beaucoup plus de capacité, et avec la charge ou tension égale à celle de la pile, une telle batterie vous auroit donné une secousse aussi égale et même plus forte. Ma batterie de 10. pieds me donne dans toutes ces epreuves une commotion 4. ou 5. fois plus foible, que celle de la pile employée à la charger (pour avoir par exemple la plus foible possible dans un doigt plongé dans l'eau, l'autre main bien humectée empoignant une large lame métallique, qu'on porte au contact requis pour completer le cercle, il me suffit de charger cette batterie acec une pile de 8. ou tout au plus de 10. couples, tandis qu'il n'en faut que 2. pour obtenir la même commotion à peine perceptible directement de celles-ci). Si donc je me construisois une batterie semblable de 40. ou 50. pieds quarrés d'armure, j'aurois d'elle une commotion, si non égale à celle de la pile employée à la charger, peu inférieure;

Digitized by Google

et avec une de 100. pieds une commotion j'ose dire plutot plus forte que plus faible. Mais comment plus forte? — Il paroit que tout au plus avec une batterie même de capacité infinie, (qui produiroit par sa decharge un courant électrique continuel et indeficient, tout aussi bien que la pile), il paroit, dis-je, qu'on pourroit tout au plus produire une commotion égale à celle que donne la pile elle-même. Cependant si on reflechit que dans la pile le courant souffre toujours du retard, ou de la difficulté à son passage par les couches humides, qui ne sont pas d'assez bons conducteurs et que ni cet obstacle ni aucune autre gêne n'a lieu dans la décharge d'une batterie bien costruite; on pourra comprendre comment la decharge de celle-ci peut occasionner, par cette plus grande liberté du courant une commotion plus violente, que celle de la pile, *à tension égale*; pourvu seulement que la capacité de cette batterie soit assez grande pour que sa decharge continue le tems qu'il faut à produire sur nos organes un plein effet. Car enfin c'est le tems que dure la décharge ou le courant, qui fait, qu'à *tension égale*, qui donne une velocité égale au fluide électrique, on a une secousse d'autant plus forte, que les bouteilles de Leyde, où les batteries ont plus de capacité, comme j'ai expliqué dans mes derniers Memoires.

Au reste même de ma batterie de 10. pieds chargée à 1. degré avec une pile de 60. couples, à 2. d.^{s} avec une de 120. etc. j'ai une commotion plus forte que celle que me donnent les piles elles-mêmes, si les couches humides de ces piles ne le sont pas assez, ou si l'humeur est de l'eau pure. Dans ce cas vous savez, que la commotion est très-faible et presqu'imperceptible, malgré que la *tension électrique* reste encore la même. Le fluide électrique est poussé avec la même force; mais son courant souffre beaucoup de retard par les très-mauvais conducteurs qu'il doit traverser. Ce retard pourtant n'empeche pas que la batterie se charge au même degré de tension; seulement il faut pour cela plus de tems: il faudra, si les cartons sont presque dessechés, au point qu'on n'ait plus de la pile une commotion sensible, il faudra pour charger la batterie au même degré de la pile, une, ou plusieurs secondes; tandis que ces cartons étant bien trempés, il suffira d'1/4, ou d'1/8 de seconde, même pour une batterie de 50. 60. 100. piés carrés et d'1/20 de seconde, ou moins encore, si au lieu d'eau simple ils seront trempés d'une bonne humeur saline.

Concluons que la *rapidité du courant électrique* et consequem-

Digitized by Google

ment la force de la commotion qu'on éprouve, est en raison composée de la *tension électrique* et de la liberté ou *facilité du passage* dans toutes les parties de la chaine, ou cercle. Or la *tension électrique* repond exactement, comme nos expériences électrometriques le demontrent, au *nombre des couples métalliques* disposées dans l'ordre convenable, dont est composée la pile, en raison 1/60 environ de degré de mon électrometre à pailles, pour chaque couple, si elles sont de cuivre et zinc. La *facilité au passage* du fluide électrique tient à la permeabilité ou *faculté conductrice* des disques humides de carton, de drap ou autres semblables, interposés à ces couples métalliques. Ainsi supposé que la pile soit formée de 120. couples, elle donnera toujours à mon électrometre 2. degrés et chargera de même à 2. degrés une bouteille de Leyde, et une batterie quelque grande qu'elle soit, que les disques soient seulement un peu humides, ou qu'ils soient bien trempés, petits ou grands, qu'ils soient imbibés d'eau pure ou d'une liqueur saline etc. Il n'y faudra qu'un peu plus de tems lorsqu'ils seront humectés d'eau pure, et à mesure qu'ils seront plus petits ou moins humides, par le retard que souffrira le courant électrique à raison de ces obstacles. Eh bien, ce retard, cette diminution de rapidité du courant, fera que la commotion, que donne la pile soit d'autant moins forte, et même imperceptible ou nulle. Faisons servir d'exemple cette même pile de 120. couples: les cartons interposés sont-ils petits d'1. pouce environ et peu humides? On ne pourra pas en obtenir de commotion sensible; cependant elle fera donner à l'électrometre 2. degrés et elle chargera à 2. degrés une batterie dans quelques secondes, qui par cette charge donnera une bonne commotion. Maintenant qu'on les humecte suffisamment d'eau: encore la même tension électrique de 2. degrés, mais la commotion ne manquera pas, quoique foible, et elle commence même à se faire sentir à la 20.^{me} couple. Qu'on substitue aux petits disques de carton d'1. pouce environ de diametre, d'autres de 6. ou 8. pouces, bien humectés d'eau pure (et pour cela qu'on prenne aussi de larges lames métalliques), la commotion sera considerablement plus forte et sensible déja à la 6.me ou 7.me couple: cependant la tension électrique n'aura pas augmenté; seulement la largeur des disques mouillés facilite le passage du fluide electrique. Qu'on reprenne les petites plaques et les petits disques de carton et qu'on imbibe ceux-ci d'une liqueur saline, sur-tout de muriate d'ammo-

Digitized by Google

niaque, qui est un conducteur beaucoup moins imparfait que l'eau pure; on aura une commotion incomparablement plus forte, et presqu'insupportable, quoique la tension electrique ne soit encore que de 2. degrés, et on commencera à en avoir une tant soit peu perceptible à la 3.me ou même à la 2.me couple. Enfin qu'on trempe de cette même solution saline les grands disques, et qu'on les interpose aux grandes couples métalliques, on ne gagnera rien du coté de *la tension électrique*, qui sera encore de 2. degrés pour 120. de ces couples; mais on gagnera beaucoup pour la rapidité du courant; qui trouvera la plus grande facilité à passer par ces larges couches conductrices et assez bonnes conductrices. De là les prodigieux effets qu'on obtient de la scintillation et fusion des fils et feuilles métalliques qu'on assujettit à ce courant mu par un petit nombre même de ces pieces et les plus étonnants encore que vous avez eu avec un appareil de 200.

Mais pourquoi la commotion, qui a gagné jusqu'ici en force et par la meilleure humectation d'eau, et par une plus large étendue du disque mouillé de cette eau, et sur-tout par la substitution à l'eau d'une bonne liqueur saline, ne gagne-t-elle plus rien ou presque rien, par la grande largeur donnée aux disques imbibés de cette même liqueur? tandis que la rapidité du courant électrique augmente par là au point de produire les fusions qu'on a vu. A cette difficulté je vous ai répondu dans ma lettre de Geneve, et je reponds plus amplement dans la continuation du Mémoire que j'ai lu à l'Institut de Paris, dont la 1.re partie seulement, a été publiée dans les Annales de Chimie et le reste ne tardera pas à paroitre. Il suffira donc de vous rappeler ici, que lorsqu'on veut essayer la commotion, le corps de l'homme, qui fait alors partie du cercle, étant lui-même un mauvais conducteur et d'autant plus mauvais, qu'il est plus étendu en longueur et que ses bras ne sont pas si larges, ni à beaucoup près si perméables au fluide électrique, que les grands disques de la pile mouillés d'eau salée, le corps de l'homme, dis-je, ralentit beaucoup le courant électrique, qui pour lors n'est plus capable de fondre les fils métalliques, que cet homme communiquant d'une main à une des extrémités de la pile, presenteroit de l'autre à l'extremité opposée. La commotion acquiert selon moi en force, à mesure que le passage du fluide électrique à travers les disques humides de la pile se trouve moins gené, jusqu'à ce qu'il ne le soit pas plus que dans le corps de l'homme, qu'il doit aussi traverser. Arrivé

Digitized by Google

au terme que le plus grand obstacle se trouve dans ce corps, de sorte que c'est celui-ci, qui limite la rapidité du courant, on ne l'augmente plus en elargissant davantage les voyes ailleurs, savoir celles des disques humides. Voila pourquoi il est inutile, pour ce qui est de la commotion, d'augmenter la largeur au delà d'1. ou de 2. pouces, des disques trempés d'une bonne liqueur saline, et que cela est très-avantageux pour fondre les fils métalliques, lorsqu'il n'y a ni le corps de l'homme, ni aucun autre mauvais conducteur, qui ralentisse le courant électrique.

. . . . . .

Digitized by Google

Digitized by Google

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXXIII**

Dagli:

APPUNTI SU ESPERIENZE CON PILE DI DIFFERENTI SISTEMI

– Maggio 1804 –

NOTA.

Sono considerazioni esposte in un manoscritto inedito, pubblicato in nota nel n. XXXIII dell'Ediz. Naz.: queste considerazioni sono importanti per l'interpretazione che il Volta, in base alla teoria del contatto, dà dei fenomeni presentati dalle pile secondarie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ediz. Naz. - VOL. II - *Pag. 189* - *Nota I. 47.*

A cet endoit je ne puis laisser de faire observer, que la pile inactive de Mr. RITTER construite de simples monnoies d'or, et cartons mouillés qui devient entre chacune active, étant assujettie pendant quelques minutes à l'action d'une bonne pile étherogene et puissante, cette pile dis-je secondaire que l'auteur a appellée improprement *pile à charger*, et qu'on pourroit à plus bon droit nommer *pile à changer*, n'est plus simple comme elle étoit, les pieces d'or ayant été oxigenées d'un coté, sous l'action puissante de la pile primaire, du coté, dis-je, ou le fluide électrique mis en courante au sortir du metal, pour entrer dans l'humide, developpe, comme on sçait, de l'oxigene qui à l'état naissant s'attache au metal, ecc. La chose si elle avoit encore besoin de preuves, est demontrée aussi par cela, que chacune des pieces d'or qui a subi cette action, excite une saveur vive sur la langue, les convulsions dans la grenouille, ecc. se comporte en un mot comme une de ces doubles plaques metalliques de cuivre et de zinc dont on compose les piles ordinnaires: oui: chaque piece d'or de la pile secondaire travaillée n'est plus une piece homogène simple, elle a acquis deux faces différentes par rapport à la faculté électromotrice. On peut en effet decomposer une telle pile secondaire et la reconstruire sans y rien ajouter, et on la trouve encore active.

Digitized by Google

Digitized by Google

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXXV**

L' IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL COSIDETTO FLUIDO GALVANICO VITTORIOSAMENTE DIMOSTRATA CON NUOVE ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI

MEMORIA

COMUNICATA AL SIGNOR PIETRO CONFIGLIACHI

PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

– Giugno 1814 –

NOTA.

Questa Memoria fu pubblicata dal Prof. Configliachi (successo al Volta nella cattedra di Fisica dell'Università di Pavia) nel 1814: per quanto interessa questa lunga Memoria, vedansi le notizie e le indicazioni contenute nella Monografia, riguardante il Vol. II dell'Ediz. Naz., che si trova nella Seconda Parte di questo Volume.

Digitized by Google

Digitized by Google

ARTICOLO I.

Del Galvanismo semplice ossia dei fenomeni così detti galvanici *prodotti dall'applicazione di soli due o tre conduttori, ossia motori elettrici diversi.*

§ 1. Si è dato il nome di *Galvanismo* ai molteplici fenomeni derivanti in origine dalle belle e insigni scoperte fatte da LUIGI GALVANI, Medico e Professore nell'Università di Bologna, di certe convulsioni, e forti sbattimenti, che a grande meraviglia si eccitano ne' membri recisi, e più o meno spogliati de' loro integumenti, di qualsisia animale, e singolarmente nelle gambe delle rane, e ciò in virtù di una semplice applicazione di corpi, che appartengono alla classe de' conduttori elettrici, e singolarmente di metalli, fatta in guisa tale applicazione da formare arco di comunicazione fra una ed altra parte di essi membri, massime fra nervo, e muscolo. Questi effetti somigliantissimi a quelli, che produce sugli stessi organi animali una scarica elettrica artificiale anche debole, anzi pur debolissima, portarono naturalmente il celebre e sagace Professore Bolognese a pensare, che essi provenissero appunto da elettricità, e si da un elettricità naturale e propria di quegli organi, alla quale diede perciò il nome di *Elettricità animale*. Molto anche conduceva a far credere questa una vera elettricità organica, od animale, quella della *Torpedine* non dubbia, e così potente dell'*Anguilla tremante* denominata *Gymnotus electricus*, e di altri pesci, dotati come questi della meravigliosa virtù di produrre in chi li tocca una vera scossa elettrica.

§ 2. A tali prime scoperte di GALVANI pubblicate da lui in una egregia opera latina con figure, intitolata *de Viribus Electricitatis in motu musculari* nel 1791., ma che non venne conosciuta, che verso la primavera del 1792., a tali fenomeni delle convulsioni, e contra-

Digitized by Google

zioni muscolari più o meno violente ed estese nelle rane, ed altri animali a sangue freddo e a sangue caldo, ancora altri fenomeni egualmente sorprendenti, ed altre luminose scoperte si aggiunsero in seguito da altri fisici, che si accinsero a ripetere, e variare le *Sperienze Galvaniane*; fra' quali merita di essere distinto il nostro VOLTA Professore di Fisica Sperimentale nell'Università di Pavia e venerato mio Maestro. Le principali di queste nuove scoperte a lui dovute, e pubblicate nelle prime sue Memorie del 1792. e 1793. (che si trovano negli *Annali di Chimica* stampati in Pavia dal Professore BRUGNATELLI) sono varie sensazioni, che si eccitano cogli stessi artifizj, coll'applicazione cioè di cotali archi composti di due metalli diversi: sensazioni cioè di sapore sulla lingua, e questo acido od alcalino, secondo la disposizione rispettivamente ad essa lingua di tali metalli combinati, ed anche quando non toccano questi immediatamente la lingua, ma vi comunicano soltanto per mezzo di altri conduttori non metallici; di un lampo ossia fulgore passeggiero negli occhi; di bruciore più o meno vivo e sostenuto nelle parti molto delicate, o spogliate degli integumenti, nelle piaghe, ec.: ma soprattutto l'aver dimostrato, che la condizione essenziale perchè vengano prodotte, e quelle convulsioni, e queste sensazioni, ella è, che nell'arco conduttore, con cui compiesi il circolo, trovinsi a contatto *conduttori di specie diversa*, singolarmente metallici, onde poi conchiuse fin dall'Autunno dell'istesso anno 1792., che tali effetti provenivano tutti, non già da un'*elettricità animale* nel vero senso, cioè propria e attiva degli organi, come opinato avea, e volle poi sostenere anche in seguito il sullodato GALVANI con ALDINI, ed altri suoi seguaci, e come egli stesso il VOLTA avea pur adottato in sulle prime sotto certe condizioni; ma sibbene da un'*elettricità artificiale*, ed estrinseca, mossa cioè dal mutuo contatto di essi conduttori diversi, singolarmente metallici. Dietro codesta nuova sentenza del Professore di Pavia, che mantenne poi sempre e difese contro ogni attacco, la causa degli indicati fenomeni, parvegli, e fu trovato in allora conveniente, che si chiamasse piuttosto *Elettricità metallica*, che *Elettricità animale*.

§ 3. Dicesi *metallica*, non già che sia propria esclusivamente dei metalli; ma per l'eccellenza di questi, che VOLTA chiamò conduttori e motori di *prima classe* (aggiungendo a questa classe anche i Carboni) nel potere d'incitare, e muovere il fluido elettrico pel sem-

Digitized by Google

plice mutuo loro contatto; del quale potere non sono già privi affatto gli altri conduttori non metallici, i conduttori umidi, o di *seconda classe*, essendosi l'istesso VOLTA, il quale ne dubitò per qualche tempo, accertato alla fine, e mostrato avendoci con molte prove, che ne godono pur essi, ove vengano parimente a toccarsi due di specie diversa, sebbene in grado incomparabilmente più debole che i metalli; e generalizzato avendo così il principio della forza incitatrice e motrice del fluido elettrico propria de' conduttori. Di questa dunque godono in qualche grado anche i conduttori umidi, o di 2. classe, avvegnachè in generale molto meno de' metalli, come si è detto. Epperò non è meraviglia, se anche senza alcuno di questi si riesce talvolta ad eccitare delle convulsioni in una rana, che preparata di fresco alla nota maniera di GALVANI, in guisa cioè che le gambe tengano alla spina dorsale per i soli nervi lombari, od ischiatici, trovisi in sommo grado eccitabile; non è maraviglia, se vi si riesca facendo arco conduttore con diverse sostanze umide, ed anche senza altro estraneo conduttore, colle parti stesse dell'animale, ripiegando per esempio semplicemente una gamba di essa rana, e facendola toccare, segnatamente in una parte del ginocchio, o dell'articolazione del piede, ai muscoli snudati del dorso, o ai detti nervi ischiatici parimente nudi. In tutti questi casi è pur visibile il contatto di conduttori fra loro diversi, quali sono nell'ultimo addotto esempio essa parte del ginocchio, o dell'articolazione del piede, la quale mostrasi bianco-lucente, tendinosa e dura, e que' nervi, o que' muscoli assai più molli, e intrisi d'altro umore.

E che in fatti quelle convulsioni (altronde non molto forti in siniili casi), quando pure accadono, siano dovute alla diversità delle parti, che vengono portate al mutuo contatto, si fa vieppiù evidente al VOLTA dall'aver egli osservato, che qualora non succedano, perchè, secondo lui, la picciola differenza superficiale tralla parte della rana, e il dorso, o i nervi, cui portasi quella a toccamento, non valga ad incitare sufficientemente il fluido elettrico per produrre in essa rana le convulsioni (le quali diffatto mancano sovente facendo così l'esperienza, e sempre poi mancano, ove la rana non sia delle più vigorose, e preparata di fresco nella migliore maniera; laddove impiegando per arco conduttore, ossia ponendo nel circolo a mutuo contatto due metalli abbastanza diversi, come argento e stagno o meglio zinco, non mancano mai, e si ottengono anche senza quella

Digitized by Google

preparazione cotanto vantaggiosa della rana, cioè anche in una rana intiera, e trucidata soltanto, o al più scorticata, che è 30. o 40. volte meno eccitabile di una compitamente preparata), ove, dissi, non succedano tali convulsioni, o malamente vi si riesca, e con difficoltà coll'addure semplicemente questa o quella parte della gamba al contatto de' detti nervi, o muscoli; assai più facilmente ottengonsi, e più strepitose coll'interporvi un corpo intriso di qualche umore eterogeneo, o salino, o collo sporcare di tal umore l'una, o l'altra di codeste parti, che si adducono al combaciamento. La cosa riducesi dunque anche qui all'impulso dato al fluido elettrico da un *contatto eterogeneo* di conduttori; impulso tanto più efficace, quanto è maggiore tal eterogeneità, ossia la differenza tra i due corpi, o superficie, che applicansi a mutuo contatto.

§ 4. Ecco come spiegava il nostro VOLTA in alcune lettere al Professore VASSALLI (pubblicate nel già citato Giornale di BRUGNATELLI anno 1796.) quelle sperienze delle convulsioni eccitate, senza l'applicazione di alcun metallo, nelle rane squisitamente preparate, ed al sommo irritabili; sperienze, per cui credettero i *Galvanisti* di trionfare: ecco come riuscì a rendere vani questi ultimi loro sforzi per sostenere la pretesa *elettricità animale*. A tali sipegazioni, e dimostrazioni si arresero molti; ma altri vollero pur difendere la prima opinione di GALVANI, e cercarono tutte le vie d'impugnare quella vittoriosa del Professore di Pavia.

§ 5. In mezzo a questi dispareri, e contrasti per ammettere piuttosto l'*Elettricità animale* di GALVANI, propria cioè e attiva degli organi, ossia procedente, com'egli la voleva, da un principio, e funzione vitale, o l'*Elettricità metallica* nel senso qui sopra spiegato di VOLTA § 3., mossa cioè dal semplice mutuo contatto di conduttori tra loro diversi, animali o non animali, ma singolarmente metallici; in mezzo a sì grande diversità di opinioni, abbenchè pochi ormai si attenessero a quella del GALVANI, si adottò nullameno comunemente, e si ritenne il nome di *Galvanismo*, ad onore dello scopritore de' primi fenomeni di questo genere; e si volle designare con tal nome tanto i fenomeni medesimi, quanto la loro causa, qualunque ella si fosse.

§ 6. La qual cosa però diede occasione ad equivoci, ed errori, conciossiachè deviando dal nome di elettricità, si cominciò da taluni a pensare che il Galvanismo fosse tutt'altra cosa; s'immaginò un

Digitized by Google

nuovo agente, un fluido particolare, che chiamossi *fluido galvanico*; si dissero poi, e si pensarono di questo fluido supposto e di nuova stampa, cose portentose, che inutile sarebbe di qui riferire. In tal modo predicando, ed interpretando a loro talento il nome di *Galvanismo* si allontanarono que' Fisici assai più che il VOLTA dall'opinione di GALVANI: giacchè il Professore di Pavia ritenea pure l'elettricità sostenuta da quello di Bologna, rigettando solamente il predicato di *animale*; laddove gli altri rinunciavano intieramente a qualsiasi elettricità, epperò al più sostanziale; o se alcuni non escludevano del tutto il fluido elettrico dai fenomeni in questione, ve lo facevano intervenire per poco, e solo accidentalmente.

§ 7. Tra quelli, che riconoscendo la troppo manifesta analogia del fluido elettrico col preteso galvanico nel modo di agire, ne' rispettivi conduttori, o coibenti, ne' principali effetti in somma, pur si avvisarono di negarne assolutamente l'*identità*, in vista di alcune apparenti differenze (le quali ha mostrato in seguito il VOLTA, che punto non sussistono), distinguesi HUMBOLDT, celebre Naturalista Tedesco, e Fisiologo a viste ed ipotesi qualche volta troppo trascendenti, o troppo azzardate; il quale concedea in vece ai Galvanisti, che un cotal fluido, parente in certo qual modo dell'elettrico, ma però, come egli immaginava, specificamente diverso, avesse sede, ed origine negli organi animali, e da questi incitato e mosso per virtù loro propria, ossia per un'azione del principio vitale producesse, non che i fenomeni, di cui si tratta, molti altri dell'economia animale.

§ 8. Intanto il VOLTA continuando a non vedere ne' fenomeni galvanici altro che l'azione, e gli effetti del vero, semplice, e genuino fluido elettrico, e sostenendo ognora ch'esso fluido veniva incitato e mosso dal solo mutuo contatto di conduttori diversi tra loro, animali, o non animali, solidi, o liquidi, ma singolarmente dai metallici, aggiunto avea sempre nuovi argomenti, e prove di tali suoi principj colle Memorie successivamente pubblicate nei sopracitati *Annali di Chimica*, finchè giunse a dimostrare con esperienze dirette cotesta elettricità propria de' metalli, e in generale di tutti i conduttori, che era sembrata dapprima un paradosso, e contro gli si erano elevati fortemente GALVANI, e i suoi seguaci: sperienze, le quali comunicò esso VOLTA fin dal 1796. al Professore GREN di Halla in due lettere, che furono inserite nel di lui Giornale tedesco molto accre-

Digitized by Google

ditato (*Neues Journal der Physik* Band IV.), e poscia negli *Annali* suddetti con più ampia descrizione, e che pubblicò di nuovo con ulteriori aggiunte in due altre lettere anonime ad ALDINI del 1798. stampate parimente negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI: giunse, dico, il VOLTA a far conoscere una tal vera, e propria elettricità de' conduttori diversi, eccitata dal solo mutuo contatto, a dimostrarla, e metterla sott'occhio con esperienze dirette, semplici, e chiare: a rendere cioè sensibile all'elettrometro coll'ajuto del *Condensatore* (stromento pur esso di sua invenzione, e veramente prezioso) l'elettricità, che si eccita 1.° col semplice mutuo contatto di due metalli diversi, o di un metallo col carbone: 2.° pel contatto di un metallo, carbone, piombaggine, ec.; conduttori, com'egli li chiama, di prima classe, con un conduttore umido, o di seconda classe: 3.° pel contatto di due di quest'ultima classe, pur diversi tra loro: giunse ad averne segni decisi all'elettrometro, e abbastanza marcati, per poter determinare ancora di tali elettricità la specie in ciascuna prova, e il grado; cioè in quale de' corpi così combaciati risulti *positiva*, vale a dire *per eccesso*, in quale *negativa*, ossia *per difetto*, e presso a poco di qual forza, almeno comparativamente, essendo che in tutti è ben picciola tale forza, o *tensione elettrica*, come da lui si chiama, e picciolissima soprattutto nel combaciamento de' soli conduttori umidi tra loro.

§ 9. Ella è così picciola anche fra metalli, anche fra i motori più attivi di questa classe, fra quelli, cioè che affrontati agiscono dippiù, come argento e zinco, che per una sola coppia di questi non può in alcun modo rendersi sensibile direttamente al più delicato elettrometro.

Ed ecco, per dirlo qui di passaggio, perchè non fu scoperta prima siffatta elettricità originaria ossia propria de' metalli, e degli altri conduttori anche umidi e si chiamarono quindi *anelettrici*, ossia non elettrici, quando pur sono veri *idioelettrici*, elettrici per sè, non così eminentemente come il vetro, il solfo, le resine, ec. riguardo al grado o intensità di forza, a cui vengono portati questi mercè di un congruo strofinamento; ma a migliore diritto di questi, riguardo a che per ispiegare la loro virtù elettrica, qual ella sia, non han quelli (i metalli) punto bisogno nè di strofinamento, nè di percossa, o pressione, bastando un semplice contatto di due tra loro dissimili, e continuando poi incessantemente tale loro azione per tutto il tempo che mantiensi esso contatto. Chiaminsi pur dunque anche i metalli elettrici per sè; o per distinguerli dagli altri, che sono da lungo tempo

Digitized by Google

in possesso di questa denominazione, ed esprimere meglio la virtù che li distingue, si dinotino col nome che loro dà il nostro VOLTA di *incitatori*, o *motori* di elettricità.

§ 10. Quanto al grado di forza, con cui agiscono, ossia all'intensità di cotal elettricità mossa così dal semplice mutuo contatto di questi corpi, anche i più diversi tra loro, anche dell'argento e zinco, che pur eccellono, ella è, torniamo a dirlo, così piccola, che vi abbisogna dell'ajuto di un ottimo *Condensatore*, per far muovere di alcun grado l'elettrometro a paglie lunghe e sottili del VOLTA, per far divergere le punte di tali pagliette di 1. linea (ossia 2. de' suoi gradi), o poco più: cosicchè calcola il lodato autore, che la *tensione* di elettricità positiva indotta nello zinco, e della negativa nell'argento in virtù del mutuo loro contatto arrivi appena ad $^1/_{60}$ di grado di tal suo Elettrometro, che è pure de' più sensibili, e cede poco a quello di BENNET a listarelle di foglia d'oro. Per altri metalli meno diversi sotto tale rapporto, ossia meno attivi nel mutuo contatto, come argento e rame, rame e ferro, piombo e stagno, l'elettricità che nasce dal loro combaciamento è 10. o 12. volte minore, cioè giunge al più ad $^1/_{600}$ di grado; e minore ancora, tantochè non arriva per avventura ad $^1/_{1000}$ di grado, la eccitata dall'accoppiamento di qualsiasi metallo con conduttori di 2. classe, ossia corpi intrisi di umori poco diversi dall'acqua, o peggio al contatto di soli conduttori di questa 2. classe fra loro. Le quali minime elettricità ha potuto pure col presidio di ottimi Condensatori renderle sensibili e manifeste il nostro VOLTA (veggansi le citate sue Memorie). Invero non ci voleva che lui, ed il corredo, ed uso ingegnoso de' suoi stromenti, per iscoprire elettricità cotanto deboli, che, come in addietro, così per lungo tempo in avvenire, e forse per sempre, sarebbero sfuggite ad ogni altro più attento osservatore.

ARTICOLO II.

Del Galvanismo composto o a meglio dire Voltaismo, cioè degli apparati formati da una serie ordinata di Elettromotori semplici.

§ 11. Abbenchè queste esperienze fossero nel loro picciolo abbastanza decisive, e sufficienti a dimostrare il gran principio scoperto, e stabilito dal VOLTA, dell'elettricità cioè mossa dal semplice

Digitized by Google

mutuo contatto de' conduttori diversi, massime metallici; era però naturale ch'egli cercasse di rendere questi effetti elettrometrici (che fino allora non aveva portati, che a 2. o 3. gradi al più del suo Elettrometro sensibilissimo) più cospicui, onde colpissero davantaggio: al che riuscì ben presto, ad ottenere cioè 10. 20. 30. gradi, coll'impiegare due Condensatori in vece di uno solo, nel modo che viene da lui descritto nelle citate Memorie, e che sarebbe purtroppo lungo di qui spiegare. Conviene anche dire, ch'egli è unicamente coll'ajuto di Condensatori doppj, che ha potuto fin qui avere de' segni elettrici dal contatto mutuo di soli conduttori umidi, l'azione de' quali, per quanto sieno diversi, è affatto minima, come si è detto già più d'una volta; per quelli almeno che ha sottoposti alle prove, e che non son molti. Crede egli però, che ve ne possano essere di più attivi; e questi presume che trovinsi fralle sostanze animali e viventi, de' quali la natura abbia potuto servirsi per la costruzione de' mirabili organi elettrici della Torpedine, ec.

§ 12. Ma non contento ancora, pensò ai mezzi di accrescere realmente la forza od intensità della sua *elettricità metallica* (già più percettibile di quella degli altri conduttori) in guisa di poter far dare all'elettrometro de' segni ben marcati a dirittura, senza punto aver bisogno di *Condensatore* nè doppio, nè semplice, e se fosse possibile, di ottenere anche la scintilla, delle commozioni nella braccia, ec.; e rinvenne alfine sul cadere dell'anno 1799. quell'artifizio, il quale non che appagare, superò di molto la sua aspettazione. Ognuno già comprende essere questo il nuovo suo apparato Galvanico, o a dir più giusto, elettrico, che ha fatto tanto rumore in tutta l'Europa ed occupa anche in oggi un gran numero di Fisici di Chimici, e di Medici. Ecco come vi fu condotto.

§ 13. Avea digià trovato, che ove in una catena di conduttori in circolo, parte di 1., e parte di 2. classe, trovinsi più coppie metalliche attive, ossia eterogenee, ciascuna di queste impelle, e move il fluido elettrico nella direzione, e colla forza, che a lei compete; onde si elidono quelle di tali forze, che siano dirette in senso opposto l'una all'altra, e si rinvigoriscono vicendevolmente quelle che cospirano, ossia tendono nella medesima direzione; cosicchè le convulsioni, che si eccitano per esempio nella rana collocata nel circolo, (il quale può essere formato da una catena di persone) qualor entri nel medesimo una coppia metallica sola di argento e stagno,

Digitized by Google

non si eccitano più nel caso che ne intervengano due di tali coppie, e queste rivolte in senso contrario: che se rivolgansi in cambio nel medesimo senso, e in tal modo cospirino le loro forze, compajono allora le convulsioni più facilmente, o assai più forti, che con una coppia sola, ec. Un gran numero di siffatte sperienze variate in molte guise avea il VOLTA descritte ampiamente, aggiungendovi varj schemi, ossia tipi rappresentanti le diverse combinazioni di metalli e conduttori umidi, in quelle sue lettere a GREN inserite, come si è detto, nel Giornale Tedesco di questo autore, e negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI al principio del 1797. Presentava egli con tali figure o tipi da 20. combinazioni diverse, e determinava con sicurezza per quali di esse doveano convellersi le rane, per quali no, ec. Riandando dunque i risultati di codeste sue sperienze, e ruminandovi sopra, concepì la fondata speranza di poter accrescere, e portare ad un alto segno la *tensione*, o carica elettrica, mercè il moltiplicare ancor più le coppie metalliche, e unirle in un acconcio apparato.

§ 14. Era evidente, che nulla avrebbe potuto ottenere costruendo tal apparato di soli metalli, soprapponendo es. gr. ad una lamina d'argento una di zinco, a questa una seconda di argento poi una seconda di zinco, e così di seguito; attesochè le forze, con cui l'argento spinge il fluido elettrico nello zinco, si controbilancierebbero, l'argento inferiore spingendolo di giù in su verso lo zinco, ed il superiore di su in giù verso il medesimo, ed egualmente.

§ 15. Neppure potea promettersi alcuna cosa dall'intreccio di tre, o più metalli diversi, avendo l'istesso VOLTA scoperto una cotal legge nell'azione de' conduttori e motori di *prima classe* eterogenei, per la quale posto v. gr. che l'argento spinga il fluido elettrico nello stagno quando lo combacia con una forza = 5., e questo lo spinga nello zinco con una = 4., l'argento lo spingerà nello zinco, cui facciasi toccare immediatamente, con una forza $5 + 4. = 9$. E così formando una tabella, o scala, che discenda, secondochè uno spinge il fluido elettrico in un altro (nella quale scala i principali si succedono come segue: ossido di manganese nero: piombaggine: carbone: oro: argento: mercurio puro: rame: ferro: stagno: piombo: zinco) sempre il superiore in detta tabella, il quale tocchi immediatamente un inferiore di quanti gradi si voglia, vi spingerà il fluido elettrico con una forza eguale alla somma delle forze dei gradi intermedj. Dalla qual legge infine risulta, che in ogni combinazione, ossia serie di me-

Digitized by Google

talli eterogenei la *tensione elettrica* ai due estremi è quella stessa, nè più nè meno, che si avrebbe dal contatto immediato del primo coll'ultimo. Inutili dunque, quanto allo scopo proposto di accrescere cotale tensione, sono i metalli intermedj in qualsivoglia modo intrecciati e disposti, e a nulla vale il moltiplicarli. Così deduceva il VOLTA da quella legge da lui scoperta, e verificata con ogni sorta di prove, da quel rapporto cioè e corrispondenza ne' gradi di azione di diversi metalli, o motori di *prima classe* tra loro; e così trovò col fatto, costruendo diversi apparati di soli metalli moltiplicati, e variati in tutte le guise.

§ 16. Era pertanto la cosa in certo modo disperata, e passò qualche anno prima ch'ei trovasse alcuno spediente. Quando alla fine gli suggerì quello, che è forse l'unico, d'interpolare cioè le coppie di metalli ben assortiti, e farle comunicare l'una all'altra, per mezzo di uno strato umido, ossia conduttore di *seconda classe* (come appunto aveva fatto nelle sperienze sopraindicate (§ 13.) della catena di conduttori di *prima e di seconda classe* intrecciati), ponendo v. gr. argento, zinco, e strato umido; poi di nuovo argento, zinco, e strato umido; e così di seguito per quella serie che piacesse; a ciò lo determinò il riflettere, che l'azione de' conduttori umidi coi metalli, che combaciano, essendo comunemente piccolissima, come aveva trovato (§ 8. e 10.), sarebbe stata ben lungi dal poter controbilanciare quella de' detti metalli tra loro; e poco o nulla l'avrebbe alterata, sia rinforzandola, sia indebolendola. Avendo dunque costrutto un tale apparecchio colla disposizione alternativa de' tre corpi indicati, argento, zinco, e strato umido, ripetuta più volte, trovò il nostro VOLTA quello che cercava, e che prevedeva dover riuscire, cioè che la forza, ossia *tensione elettrica*, cresceva esattamente come il numero delle coppie metalliche componenti la serie (ben inteso, che si rivolgessero tutte nel medesimo senso, giacchè se ve ne avessero di opposte, sarebbe tanto da detrarre); cosicchè ove una sola coppia gli dava $^1/_{60}$ di grado, che coll'ajuto del suo Condensatore saliva a 2. gradi circa (§ 10.), due, tre, quattro coppie cospiranti gli davano $^2/_{60}$, $^3/_{60}$, $^4/_{60}$, per cui col Condensatore ottenne poi 4., 6., 8., gradi ben chiari e distinti. Si avanzò allora a far prove con 20. 40. 60. 100., e più coppie, e ne ottenne ancora i segni proporzionali al numero di esse coppie, tantochè con 60. di queste facea movere a drittura il suo Elettrometro a pagliette di 1. grado, cioè gli faceva marcare

Digitized by Google

½ linea di divergenza, senza ajuto di Condensatore; con 100. coppie lo innalzava a quasi 2. gradi; con 150. a gr. 2. ½, e compariva poi anche, esplorandolo a dovere, una scintilletta.

§ 17. Fu varia la forma, (ritenuta la condizione di far succedere a due metalli diversi posti ad immediato contatto uno strato umido, poi di nuovo i due metalli nello stesso ordine, seguiti parimente da altro strato umido, e così proseguendo), fu varia, dico, la forma, che diede il VOLTA a questi suoi apparati, che chiama semplicemente *Elettro-motori*, ed ai quali per certa somiglianza nel fondo, ossia sostanza della cosa, e fino nella forma cogli organi elettrici della Torpedine, come egli spiega in alcune sue Memorie, gli sarebbe piaciuto di dar il nome di *Organo elettrico artificiale*. La prima forma, che è ancora la più usitata, si è quella di tante monete, o piastrette simili a monete, di argento, o di rame, ed altrettante di zinco, sovrapposte alternativamente le une alle altre, coll'interposizione a ciascuna coppia di un bullettino o strato di cartone, di panno, o di altra sostanza spugnosa, ben inzuppato d'acqua, o meglio di una soluzione salina, formanti tutti insieme tali piastre e bullettini una specie di colonna, o più colonne colle opportune comunicazioni fra loro. Quest'è, come lo chiama il suo autore, l'*apparato a colonna*, detto da' Francesi la *Pile galvanique*, o *Galvano-électrique*, da altri più giustamente la *Pile Voltaique*, e in generale la *Pile*, senza altra aggiunta. Noi adottando per comodo questo semplice nome di *Pila* non lasceremo di chiamarlo ancora qualche volta *Apparato a colonna*, lasciando per lo più di aggiungervi il nome dell'autore troppo conosciuto.

Faremo qui osservare, che riesce comodo e vantaggioso a più d'un riguardo, come suggerisce l'istesso VOLTA, che ogni coppia di zinco ed argento, o zinco e rame, formi una sol piastra coll'essere saldato l'un metallo coll'altro da saldatura metallica qualunque. Di tali piastre doppie si servono ora comunemente i Fisici, che si occupano di tali sperienze.

§ 18. Un'altra costruzione ancor comoda, e più adatta a certe sperienze, e quindi molto pure in uso, è quella *a corona di tazze*, così chiamata dal VOLTA, consistente cioè in una serie di bicchieri, o piccole coppe contenenti acqua, o meglio un qualche liquor salino, disposte in forma semicircolare, od altra che più piaccia, e concatenate per mezzo di archi metallici terminati ad un capo in una lastra

Digitized by Google

di zinco, ed all'altro capo in una d'argento, o di rame, che pescano, quella in un bicchiero, e questa nell'altro seguente ec.

Alcuni Inglesi invece dell'apparato a corona di tazze ne usano un altro non molto diverso, che chiamano *Trog-Apparat*, e che consiste in una vaschetta quadrilunga di legno intonicato di mastice divisa in una serie di celle da lamine metalliche doppie, aventi cioè l'una faccia d'argento, o rame, l'altra di zinco, riempiendo poi tali celle d'acqua salata, ec. Questa costruzione imita anch'essa assai bene gli organi elettrici della Torpedine, se, come possiamo credere, la serie numerosa di pellicole tenute in que' canaletti membranosi, che compongono tali organi, non si toccano fra loro, ma lasciando qualche interstizio fra l'una e l'altra formano altrettante cellette ripiene all'uopo di umore qualsiasi.

§ 19. Da tutte queste forme di apparati, e d'altri ancora di diversa costruzione, che tutti convengono, come facilmente si rileva, nella condizione essenziale, di due metalli cioè di diversa specie formanti ciascuna coppia, ed uno strato umido, per cui comunicano una all'altra tali coppie metalliche, rivolte tutte nel medesimo senso; da queste diverse forme di *apparati* Elettromotori (il qual nome, esprimente meglio di qualunque altro la cosa, conviene ad ogni costruzione) ottenne il nostro VOLTA i sopra indicati effetti elettrometrici (§ 16.), de' quali fu in vero molto soddisfatto, ma non sorpreso, giacchè tali se li prometteva. Ciò che lo sorprese a prima giunta si fu la *commozione*, che gli avvenne di sentire nelle mani e braccia, facendo con esse arco conduttore da un'estremità all'altra di tali apparati, che ancor mostravano sì debole *tensione elettrica*. Questa commozione, sensibile già ad un dito tuffato in acqua comunicante per mezzo di lastra metallica ad un capo dell'apparato, mentre venivasi a toccare l'altro capo con un'altra lastra impugnata dall'altra mano ben umettata, questa commozione, dico, sensibile in tali favorevoli circostanze a tutto il dito, o a parte almeno del medesimo, quand'anche l'apparato non fosse composto che di sole 5. o 6. coppie, e quindi per un'elettricità, che arrivava appena ad $^1/_{10}$ di grado dell'elettrometro a paglie sottilissime (§ 16.); più sensibile a proporzione, ed estendentesi fin oltre il carpo con un apparato di 10. 12. 15 coppie, si propagava fino ai gomiti, e alle spalle con uno di 20. 30. 40. ec. la cui *tensione* non arrivava ancora ad 1. grado intiero; ed era perfettamente simile alla commozione che si prova da una grande

Digitized by Google

boccia di Leyden, o meglio da una batteria elettrica, cariche debolissimamente.

§ 20. Paragona infatti il Professore VOLTA all'estremamente debole scarica di una grandissima batteria elettrica, alla corrente di fluido che ne viene, scarica, e corrente, che attesa l'amplissima *capacità* di essa batteria dee durare un certo tempo (sicuramente più che la scarica di una semplice boccia) quella del suo apparato, la quale dura dippiù ancora, essendo in questo la corrente elettrica continuata ed incessante; e da questa durata ripete egli la commozione cotanto sensibile prodotta da una sì debole *tensione elettrica*, quale l'elettrometro ce l'addita nell'apparato di cui si tratta; giacchè anche una capacissima batteria con una ugualmente debole *tensione*, che non arrivi cioè ad 1. grado dell'istesso elettrometro a pagliette produce una scossa sensibile, e tutt'affatto simile a quell'altra; come ha verificato con molte prove, ed ha spiegato ampiamente nelle ultime sue Memorie, lette da lui all'Instituto Nazionale in Parigi in Novembre dell'1801.

ARTICOLO III.

Del potere, che hanno gli Elettromotori di caricare nel più breve tempo, e ad una tensione *eguale alla loro propria, qualunque boccia di Leyden, o batteria; e di far quindi che queste diano scosse proporzionali a tali cariche, ed alle rispettive capacità.*

§ 21. Nelle ora ricordate Memorie molto estese (una parte delle quali solamente venne pubblicata negli *Annali di Chimica Francesi* del 1802., e tutta poi intiera in quegli Italiani di BRUGNATELLI), e in un'altra più ristretta, ma succosa, inserita nel *Journal de Physique* di LAMETHERIE per il mese di Ottobre dell'Anno 1801. accenna il tante volte lodato mio Maestro VOLTA, come gl'Elettromotori nelle circostanze che loro il permettono (ove cioè si dia lor campo di versare l'elettrico da uno de' capi od estremità e di attrarlo continuamente nell'altro capo; il quale perciò non dee già essere isolato, ma anzi godere di buone comunicazioni senza limite), siano atte a caricare in brevissimo tempo, in meno di $^1/_{10}$, di $^1/_{20}$, di $^1/_{40}$ di secondo non che una boccia di Leyden, ma qualsisia più capace batteria

Digitized by Google

a caricarla all'istessa *tensione*, ossia grado elettrometrico dell'apparato medesimo, che s'impiega a tal carica, ad 1. grado cioè, se questo apparato essendo composto di circa 60. coppie di rame e zinco, marca 1. grado (§ 10. e 16.); a 2. gradi, se essendo composto di 120. coppie marca 2. gradi, a 3. gr. se contenga 180. coppie, ec.: con che poi la batteria, se è grande, dà, provocandone acconciamente la scarica, una scossa non molto inferiore a quella che dà l'apparato medesimo, e se è grandissima, la può dare egualmente, ed anche più forte.

È inutile quasi il dire, che tali scosse della batteria caricata così dall'apparato *Elettro-motore* sono perfettamente eguali a quelle che dà l'istessa batteria caricata agli stessi gradi da qualsiasi macchina elettrica, Elettroforo, ec.

§ 22. Codeste sperienze, le quali mostrano ancora, che la corrente elettrica mossa dagli apparati, di cui si tratta, ove non siavi impedimento notabile, è più copiosa di quella che movono in simili circostanze di niun ostacolo, e di permesso libero corso, le ordinarie macchine elettriche anche più potenti (giacchè qual è di queste macchine, la quale giunga a caricare una assai capace batteria anche ad 1. sol grado, in meno di $^1/_{30}$ di secondo, come fa uno di tali apparati Elettro-motori composto di 60. coppie metalliche?), codeste luminose sperienze, e al sommo istruttive (le quali sole basterebbero a togliere qualunque ombra di dubbio rimanesse riguardo all'identità dell'agente galvanico ed elettrico) che il nostro VOLTA avea eseguite fin dall'Estate del 1801. soltanto con batterie di pochi piedi quadrati di armatura, e che eccitò con lettere, e per mezzo di un valente Fisico Tedesco, PFAFF Professore a Kiel ch'egli aveva diggià convertito a Parigi, eccitò, dico, il Dottore Van MARUM direttore del Museo di Teyler ad Haarlem a ripetere molto più in grande, con quelle necessarie attenzioni, che non mancò di suggerirgli, lo furono infatti sperimentando i due lodati Fisici in compagnia con pieno successo, e conforme all'aspettazione, verso la fine di Novembre dell'istesso anno, come riferisce il prefato Academico Olandese in una lunga lettera all'istesso Professore di Pavia inserita ne' sopracitati *Annali di Chimica Francesi*. Caricava egli *nel più breve tempo possibile*, secondo la sua espressione, tempo ch'egli valuta $^1/_{20}$ di secondo, caricava con una pila, ossia apparato a colonna di 200 paja di lastre di rame e zinco, una batteria di circa 140. piedi

Digitized by Google

quadrati di armatura, e ne avea delle violente scosse, che arrivavano dalle mani fino agli omeri. Sarebbero state anche più gagliarde, riflette il VOLTA, e avrebbero, se non superate, agguagliate quelle, che dava l'istessa Pila, e che Van MARUM provò del doppio circa più forti, se il vetro delle giare si fosse trovato molto men grosso.

§ 23. Poco tempo prima cioè dello stesso anno 1801. era stata proposta dall'Academia delle Scienze di Haarlem la questione seguente = *Peut-on éxpliquer suffisamment la colomne de Volta par les lois, ou les propriétés connues de l'électricité; ou faut-il en conclure l'existence d'un fluide particulier, et distinct du fluide électrique*? =; e lo stesso Van MARUM pare, che pendesse verso quest'ultima opinione, o almeno non era del tutto pago della teoria Voltiana, e nodriva de' dubbj, e delle idee diverse; dalle quali secondo ch'egli medesimo confessa, rinvenne, come ne era rinvenuto il sopralodato PFAFF, in vista delle anzidette sperienze, e adottò intieramente la teoria di VOLTA. Dopo di che non solamente non fu più questione presso i medesimi di un fluido galvanico distinto dall'elettrico, ma si fecero propugnatori zelanti dell'assoluta identità. Anzi una tale questione si può dire, che, cessasse generalmente presso quelli, che conobbero, e seppero valutare sperienze cotanto decisive, quali sono queste di caricare le boccie di Leyden, e le batterie cogli apparati Elettro-motori al segno di dare forti scosse, ec. Or come mai a fronte anche di codeste sperienze hanno avuto cuore VASSALLI e ALDINI di rinnovare una tal questione, e il primo anzi di sostenere apertamente la non identità? Forsechè le ignoravano tre o quattro anni dopo la loro pubblicazione? Conviene credere così; poichè non se ne fecero carico, e non ne parlarono pure nelle opere ch'essi stamparono nel 1804. e 1805.

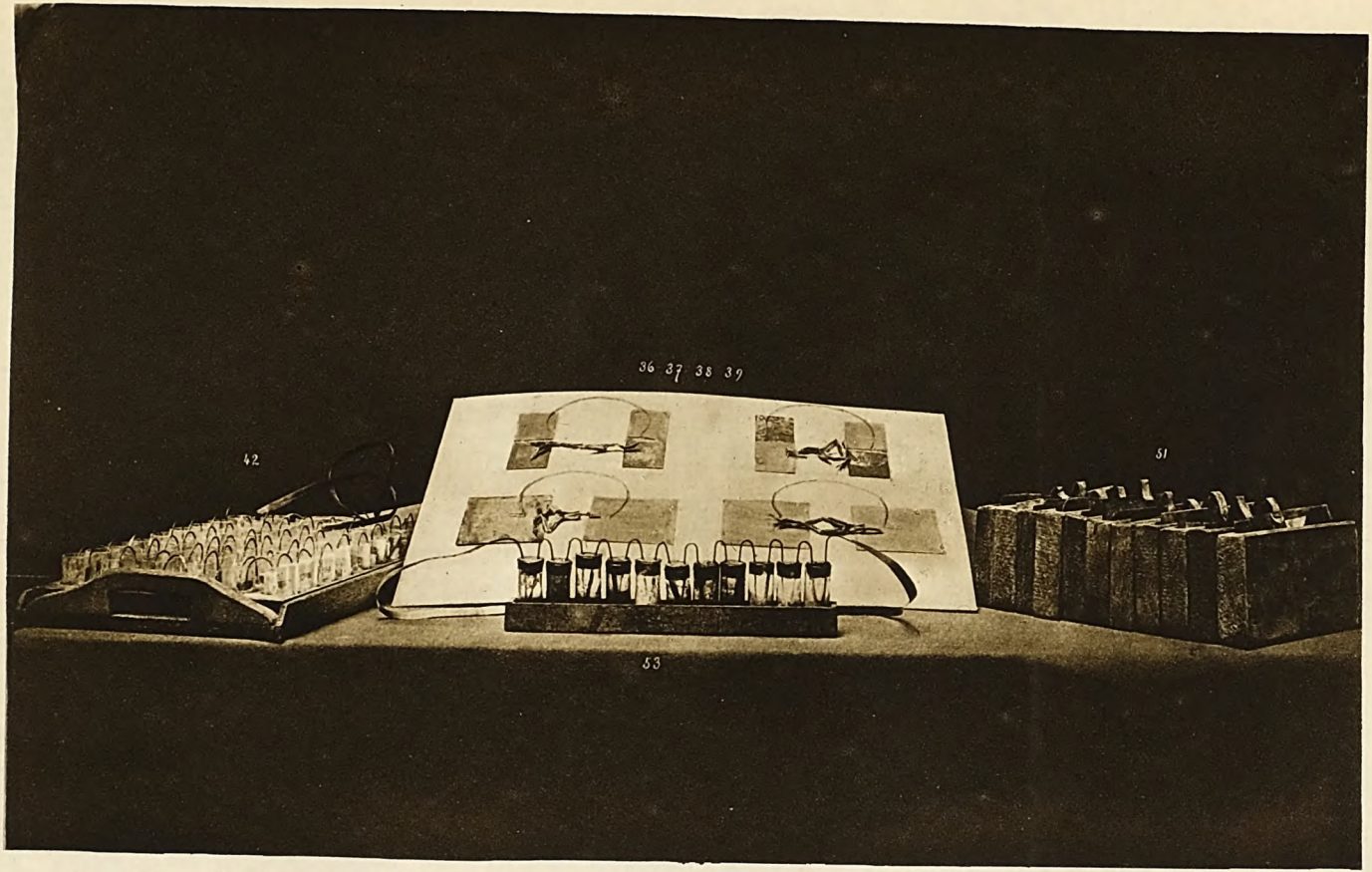
§ 24. Intorno a queste sperienze non dobbiamo lasciar di riportarne qui alcune, che il nostro VOLTA ha recentemente immaginate ed eseguite in conferma de' principj, e spiegazioni già date; sperienze che ha comunicato a varii suoi amici, e corrispondenti, ma che non sono peranco state pubblicate. Avea egli già mostrato nelle ultime Memorie stampate, che ove gli strati umidi in tali apparati siano di acqua semplice, riescono bensì le scosse, ch'essi danno, ma molto più deboli, che ove siano di acqua impregnata di qualche sale: e ciò per essere l'acqua pura un conduttore molto men buono che le soluzioni saline (come con tante prove ha dimostrato, ed altri

Digitized by Google

pure avean notato), onde viene tanto più ritardata da quella, che da queste la corrente elettrica. Ma che del resto il grado, o *tensione* di elettricità, la forza onde viene il fluido elettrico spinto e sollecitato, era presso a poco la medesima nell'un caso, e nell'altro, proporzionale sempre al numero e qualità delle coppie metalliche, epperò di circa 1. grado per 60. coppie di rame e zinco, di 2. gradi per 120. coppie, ec. (§. 10 e 16.). Ora dall'essere la *tensione*, o forza elettrica, che si manifesta all'Elettrometro, eguale in ambedue i casi ne inferì VOLTA giustamente, che eguale carica ancora avrebbe indotta nella batteria la sua pila, sia che gli strati umidi della medesima, i dischi di cartone, o di panno bagnati, lo fossero di acqua semplice, oppure di un liquore salino qualunque; e che solamente vi si richiederebbe in proporzione più di tempo nel primo caso, però ancora così breve, da non poter essere percettibile; onde neppure in ciò sarebbe riuscita sensibile la differenza: sarebbe per esempio allora bisognato a compiere tal carica, invece di 1. minuto terzo (v. il § 21), $^1/_{10}$, od $^1/_8$ di minuto secondo. In conseguenza la scossa che darebbe poi la batteria così caricata, troverebbesi anch'essa eguale in ambedue i casi: e siccome quella, che dà la pila provocata immediatamente, è debole assai allor quando i suoi dischi bagnati, lo sono di acqua pura, potrebbe riuscire più forte di essa la scossa della batteria caricata da tale pila, comunque più debole della scossa prodotta dalla stessa pila, o da altra eguale, aventi i dischi inzuppati d'acqua salata.

§ 25. Così andava deducendo il tante volte lodato nostro Maestro, e così verificò coll'esperienze sopra la sua batteria di soli 10. piedi quadrati di armatura, dalla quale batteria caricata (per recare qui un solo esempio) con una pila di 150. coppie di rame e zinco, la quale carica arrivava sempre a circa gr. 2. ½ del suo elettrometro a paglie sottili (§ 16.), fossero i dischi di cartone inzuppati d'acqua semplice, o d'acqua salata, riceveva egli una scossa discretamente forte, che si estendeva oltre i gomiti; laddove tirando la scossa immediatamente dalla pila, avente i dischi bagnati di semplice acqua, la provava molto più debole, e poco oltre la mano; avvegnachè fortissima poi la sentisse fino alle spalle, ed al petto, ove l'umore dei dischi fosse salino. Adunque la scossa, che dà anche una batteria di pochi piedi di armatura, per la carica che prende da una pila è notabilmente più gagliarda, che quella che dà la pila medesima a dischi imbevuti di acqua semplice: ma molto meno di quella che dà la

Digitized by Google



36.-37.-38.-39. Lamine simili e dissimili, e coppie di lamine simili e dissimili, per dimostrare le contrazioni violente o deboli, o l'inerzia della rana preparata e posta in contatto con esse, mentre un filo metallico compie il circuito elettrico. — 42. Pila a corona di tazze ideata dal Volta contemporaneamente alla pila a colonna. — 51. Pila a truogoli, analoga a quella a corona di tazze. — 53. Pila secondaria del Ritter.

Digitized by Google

Digitized by Google

stessa pila, od una simile a dischi di acqua salata: eppure la carica elettrica, o la *tensione* sì della batteria, che della pila è in tutti questi casi la medesima, di 2 ½ gradi circa nell'esempio addotto ec. La differenza dunque nella scossa è chiaro che dipende in queste prove dal più o meno libero corso del fluido elettrico, animato bensì dalla medesima *tensione*, ossia spinto col medesimo grado di forza, ma più o meno impedito e ritardato dalla maggiore o minore coibenza, od imperfezione de' conduttori umidi, o di *seconda classe*, cioè dei bullettini umidi per cui dee tragittare.

§ 26. A maggiore confermazione di tali principj, e spiegazioni ha spinto il VOLTA più innanzi le sperienze; ed ha caricato all'istesso segno, cioè a gradi 2. ½ circa la sua batteria di 10. piedi, dalla quale ha rilevato conseguentemente la stessa scossa mediocremente forte fino al di là dei gomiti (§ prec.), l'ha caricata più volte colla stessa pila di 150. coppie metalliche, i cartoni della quale stati bagnati con acqua semplice, trovavansi dopo un giorno, due, tre, quattro, ec. via via meno umidi, e infine quasi asciutti del tutto. Or dunque anche quando la pila tentata nella migliore maniera non produceva più scossa sensibile per difetto di umidità ne' bullettini di cartone, non mancava di dare distinti segni all'elettrometro, per poco che detti bullettini conservassero ancora di umido, e per esso di facoltà conduttrice (giacchè ove fossero secchi affatto, il tutto era finito); come non mancava d'indurre la carica nella batteria ad una *tensione* eguale alla sua (§ 21.). Ma che? a indurvela, e portarla a questo segno, si richiedeva tanto maggior tempo, quanto si trovavano più asciutti i bullettini, o cartoni, e per ciò più cattivi conduttori: la lunghezza del qual tempo ha potuto rendersi finalmente sensibile in queste sperienze, essendo stato quando di un mezzo, e quando di un intiero minuto secondo di 2. 3. 4., e fino di qualche minuto primo. Ne' quali casi però di tanta lentezza del fluido elettrico a passare avanti per trovarsi i bullettini di cartone pressochè asciutti del tutto, non giungeva mai nè la *tensione* della pila, nè conseguentemente la carica, ch'essa portava alla batteria, al grado a cui avrebbero dovuto giungere in ragione del numero delle coppie metalliche di essa pila; ma ne restavano notabilmente addietro. Il che s'intende facilmente riflettendo alla perdita, che continuamente si fa di parte della carica e dalla pila, e dalle boccie, in grazia degli imperfetti isolamenti.

§ 27. Si sa da mille altre sperienze colle boccie di Leyden

Digitized by Google

quanto contribuisca a scansare la forza della scossa, che possono quelle produrre con una data carica, e producono infatti ove non abbianvi in tutto il circolo cattivi conduttori, che impediscano, o ritardino la corrente elettrica, si sa, dico, quanto contribuisca a scemare la forza della scossa, ed a renderla perfino insensibile, o nulla, l'interposizione non solo di corpi annoverati fra i coibenti, ma sì ancora di conduttori imperfetti. Le pietre, i muri, i legni anche un poco umidi, e così i cuoi, le carte, i panni, quantunque non asciutti, avvegnacchè permeabili al fluido elettrico, nol sono abbastanza per condurre la scossa, massime se la carica delle boccie è debole. Trattandosi poi di cariche debolissime, come quelle intorno a cui ci siamo trattenuti fin qui (le quali sono tuttavia valevoli a produrre forti commozioni, ove trovinsi in batterie abbastanza capaci, come abbiamo veduto, o negli apparati Elettromotori, ch'emulano le più capaci, anzi le superano per la corrente elettrica che questi movono incessantemente), trattandosi di tali cariche di affatto debole *tensione*, anche altri conduttori meno imperfetti è facile concepire, che scemino di molto la scossa, quali sono vari corpi umidi, od anche bagnati, e l'acqua stessa.

§ 28. Ciò basta a spiegare, oltre tante altre, le esperienze indicate in questi ultimi §§ (22.-24.); a meglio comprendere le quali e le analoghe gioverà il ristringerle, e presentarle qui sotto un nuovo punto di vista.

Sia costrutta una pila di 120. o 130. coppie di rame e zinco, coi cartoni interposti o non umettati, o appena un pochetto. Da questa pila non potrete ottenere la menoma commozione; e ciò per l'impedimento e ritardo, che apportano alla corrente elettrica que' cartoni poco umidi, e cattivissimi conduttori, nonostante la pila vi segnerà all'elettrometro a paglie sottili 2. gradi circa, e potrà caricare una boccia di Leyden picciola o grande, e così anche una batteria di 10. 20. 30. piedi quadrati di armatura ec. parimente fino a 2. gradi circa: con che la batteria vi darà essa quella scossa, che non può darvi la pila tentata direttamente, e sì una scossa abbastanza forte. A portare però a cotesta batteria tale carica, dovrà la pila, comunicando colla sua base all'esteriore armatura di detta batteria, comunicare col vertice al conduttore delle armature interne per lo spazio di 1. 2. o più secondi.

Smontate la pila, e ricomponetela con i cartoni ben inzuppati d'acqua semplice, onde possa la corrente elettrica incontrare molto

Digitized by Google

minore impedimento e ritardo; non avrete, che la medesima *tensione* elettrica di 2. gradi, o poco più: ma con questa *tensione* potrà darvi essa pila una scossa, debole sì, ma pur sensibile; e potrà non già caricare a un segno molto più alto la batteria, e farle dare assai più forte scossa di prima, ma bene caricarla allo stesso punto di 2. gradi, o poco più, in tempo incomparabilmente più breve, non maggiore cioè di $^1/_{60}$ di secondo, e minore forse anche di un minuto terzo.

Cambiate finalmente que' cartoni con altri intrisi di una soluzione di sal comune, o meglio di sal ammoniaco. Ancora egual *tensione elettrica* di 2. gradi, o poco più; ma scossa incomparabilmente più forte dalla pila, tantochè supera quella della batteria portata agli stessi 2. gradi. Or da che dobbiamo credere che venga la tanto maggiore scossa della pila a cartoni impregnati d'uno od altro umore salino, in paragone di quella a cartoni imbevuti di acqua semplice per cariche, ossia *tensioni elettriche* eguali, se non dalla molto maggiore facilità che trova la corrente elettrica ad attraversare quelli, che sono assai migliori conduttori dell'acqua semplice, come infinite altre prove attestano? Da questo scorrere più facilmente e rapidamente il fluido elettrico per entro la pila da un capo all'altro, dovrà anche più prontamente portarsi la carica alla batteria, come ben si comprende, in guisa che, se un minuto terzo e probabilmente anche meno basta (§ prec.) trovandosi i cartoni inzuppati di acqua pura, basterà forse un minuto quarto ove lo siano di un buon liquore salino incomparabilmente migliore conduttore di quella. Ma come misurare tempi così corti, che sembrano istanti indivisibili? Intanto si conosce sempre più quanto la copia di fluido elettrico, che versa una buona pila che sia ben in ordine, superi quella che fornisce in tempi eguali la più grande e potente macchina elettrica, come si è già avanzato (§ 22.); e quale di queste macchine infatti potrebbe, non diciamo in un minuto quarto, ma neppure in alcuni terzi, fornire la quantità di fluido, che vi vuole per caricare a 2. gradi una capace batteria.

§ 29. Per questa copia di fluido elettrico, che versa con tanta celerità da uno de' suoi capi, e aspira dall'altro una buona pila (ben inteso, che non manchino le necessarie comunicazioni, per questo portare che fa la carica della batteria agl'indicati gradi eguali alla sua propria *tensione* in tempo sì breve, che a nostri sensi è un istante),

Digitized by Google

avviene, che una persona, o più, sentano la scossa anche all'atto di tale carica, qualora siano portate a comunicare in acconcio modo da una parte alle armature esterne della batteria, dall'altra alla base della pila, la quale colla sua sommità va a toccare il conduttore metallico procedente dalle interne armature di essa batteria, oppure inversamente. La qual cosa s'intende tosto riflettendo, che conforme alla nota teoria della boccia di Leyden, ossia delle cariche e scariche delle lastre isolanti, con quella stessa celerità (per non dire istantaneità), con cui viene aggiunta o sottratta (secondo che l'elettricità che si applica è positiva, o negativa) tutta quella copia di fluido elettrico ad una faccia della batteria, coll'istessa si slancia dalla faccia opposta, o vi accorre una quantità presso a poco eguale di altro fluido elettrico, portando così la scossa alla persona, o persone, che debba attraversare.

§ 30. Codesta scossa, che all'atto del caricarsi la batteria dalla pila risente la persona interposta, è però più debole, massime se i dischi ossia bullettini umidi di essa pila non lo sieno abbastanza, o trovinsi imbevuti di acqua pura, più debole, dico, notabilmente della scossa, che potrà poi aversi per la scarica della batteria medesima. La ragione di questo è, che tali dischi non sono abbastanza buoni conduttori per lasciare scorrere con piena libertà il fluido elettrico, come abbiamo fatto osservare (§ 24.). Ora a misura, che viene da questi ritardata la corrente elettrica riesce anche la scossa men forte, fino a rendersi insensibile, e nulla, ove il ritardo per l'impedimento de' medesimi troppo poco umidi sia molto grande (§ 28.). Oppongono però sempre più o meno di resistenza, anche quando siano ben inzuppati, ed anche quando lo siano di acqua salata; cosicchè è sempre minore la rapidità della corrente, e minore quindi la scossa, di quello esser dovrebbe, e sarebbe realmente, ove tali impedimenti non s'incontrassero. Or bene: nella scarica della batteria, questi impedimenti non ci sono più; e la corrente elettrica, ove tragitti solo per ottimi conduttori quali sono i metalli, non incontra ostacolo alcuno valutabile, non patisce ritardo che conti; ed ove attraversi qualche persona, incontra sibbene un ostacolo in essa, e soffre corrispondentemente del ritardo; ma è poca cosa in confronto di quello che soffre allor che dee tragittare al dippiù per tutti i dischi di cartone, o simili della pila, e sian pure intrisi alla meglio. Ecco dunque perchè è notabilmente più forte la commozione, che si ottiene in

Digitized by Google

appresso dalla scarica della batteria, che non nell'atto della carica portatavi dalla pila.

§ 31. Ma se una pila ben costrutta coi dischi o bullettini impregnati di buona soluzione salina, non impiega che un minuto quarto circa per caricare fino ad un grado eguale, o quasi eguale al suo, una batteria di 10. piedi quadrati almeno, come ha dedotto il nostro VOLTA (§ 28.), e fors'anche non ne impiega dippiù per una di 20., o di 30. piedi, come si può presumere, dee dunque nella scarica della stessa batteria, che si fa, come or dicevamo, più rapidamente, che non la carica, impiegarsi meno ancora di tal tempo, meno cioè di un minuto quarto. Eppure abbiam avanzato (§ 20), che la scossa, la qual si ottiene da una batteria carica a sì debol segno, qual è di 1., 2., 3., gradi dell'elettrometro a pagliette, è dovuta al durare di tale scarica assai più longamente che quella di una semplice boccia di Leyden caricata ad egual grado, la quale non fa provare la menoma scossa: ma può egli dirsi di qualche durata una scarica che compiesi in un minuto quarto, o meno? Sì certamente; perchè sebbene sembri questo, ed anche un minuto terzo sembrar possa un istante, e lo sia per i nostri sensi; è però un tempo finito, composto di parti divisibili all'infinito. Or dunque può concepirsi benissimo, che una semplice boccia impieghi molto meno di un minuto quarto a scaricarsi, tante volte meno cioè quanto la sua capacità è minore di quella della batteria; e dee realmente essere così. Supposto per esempio, che impieghi la boccia solo un minuto quinto di tempo, e la batteria composta di 60. boccie un minuto quarto, durerà 60. volte dippiù la scarica di questa, ossia potrà considerarsi come 60. scariche successive portanti 60. colpi, invece d'un solo, che dà la semplice boccia. Ma tal successione e durata non arrivando, che ad un minuto quarto, che a noi sembra pure un istante, tutti que' colpi si confondono in un solo, e cagionano così una scossa sensibile .

§ 32. Ecco come si spiega, che caricate ad uno stesso debolissimo grado una boccia picciola, una grande, ed una capace batteria; la prima non darà scossa sensibile; la seconda la darà debole; e la terza forte; in ragione cioè delle rispettive capacità, ossia delle quantità di fluido elettrico, che formano tali cariche eguali, come supponghiamo, nel grado di *tensione;* le quali diverse quantità si scaricano, come a noi pare, e come suol dirsi, in un istante, tanto la più grande, quanto la più piccola, ma realmente in una serie d'istanti

Digitized by Google

più o meno lunga a norma della maggiore o minore quantità di fluido. Codesta spiegazione, che il nostro VOLTA ha preso a sviluppare nella seconda parte della sua Memoria letta all'Instituto Nazionale di Francia, come già dicemmo, è ben più esatta, che non è il dire semplicemente, che per cariche portate ad eguali gradi dell'elettrometro, la scossa, che fa indi provare la scarica, è più grande a misura che sono le boccie, o batteria più capaci, perchè è maggiore corrispondentemente la quantità di fluido elettrico scagliata. Dicendo ciò solamente, pare che si voglia far intendere, che venga questa maggiore quantità di fluido della grande boccia o batteria a sgorgare egualmente in un istante, come la minore della picciola boccia, ossia in tempo eguale, che è quanto dire con maggiore velocità. Ma ciò assolutamente non può essere, dovendo per gradi elettrometrici eguali, per eguale *tensione* e spinta essere anche le velocità del fluido elettrico eguale. Adunque non è che per un tempo tanto più lungo, che può tale maggior quantità di fluido scorrere fuori, e scaricare la boccia grande, o la batteria. Acciò il fluido elettrico sia spinto con maggior forza, e sgorghi con maggiore velocità, richiedesi che la carica sia elevata ad un più alto grado di *tensione*, ch'ella innalzi di più l'elettrometro, vibri a maggior distanza la scintilla ec.: in tali casi di eguali capacità, e disuguali gradi di carica si dice giustamente, che la maggiore, o minore gagliardia della scossa dipende dalla maggiore o minore quantità di fluido elettrico che si scarica, e trascorre in un dato tempo: in vece che negli altri casi considerati qui sopra, di eguali *tensioni*, ossia gradi di carica, e disuguali capacità, l'essere scossa la persona più o meno fortemente è ben ancora dipendente dalla maggiore o minor quantità di fluido elettrico, ma che trascorre in tempi più o meno lunghi, insomma la grandezza della scossa che si prova è in ragione composta della velocità della corrente elettrica, la quale velocità dipende dall'intensità, ossia grado di *tensione*, che marca l'elettrometro, e del tempo, che dura tal corrente, il qual dipende dalle quantità di fluido, ossia dalla capacità della sorgente che lo fornisce.

§ 33. Ma se dunque la scossa riesce tanto più valida e risentita quanto è maggiore il numero d'istanti che dura la scarica, ossia la corrente elettrica spinta da un dato grado di *tensione;* e s'egli è per questo che batterie di grande capacità con cariche anche debolissime, come di 1. solo grado dell'elettrometro a pagliette, o meno, pur

Digitized by Google

danno scosse abbastanza sensibili; cosa poi dovremo aspettarci da una pila, la quale composta per es. di 60. coppie di rame e zinco, dispieghi anch'essa un egual *tensione*, spinga cioè e incalzi il fluido elettrico con forza eguale a quella di tal batteria? Cosa, dico, aspettarci dovremo, avuto riguardo che cotale azione della pila continuando incessantemente, produce una corrente elettrica pur incessante, ossia che dura infinitamente più di quella prodotta da qualsiasi più capace batteria? Forse una scossa smisurata? Non già; essendochè le impressioni successive, che si accumulano in certo modo, e confondendosi insieme ne formano come una sola altrettanto più efficace e risentita, conforme abbiamo fatto osservare (§ 31.), son quelle solamente, che si compiono entro un tempo brevissimo. Or questo tempo influente alla forza della scossa possiam credere che si limiti a un dipresso ad un minuto terzo. In tal supposto il dippiù che duri la corrente elettrica non va più in conto di accrescimento di tal forza.

§ 34. Ma la continuata azione di essa corrente dee pur sentirsi. E si sente infatti quando viene applicata agli organi proprj de' sensi, segnatamente a quelli del gusto, e del tatto, come vedremo. Ma applicata ad altre parti, e in modo da eccitare soltanto le contrazioni muscolari, e le scosse, non le produce che alla prima sua invasione, ed ogni volta poi, che rotto il circolo conduttore, e arrestata quindi la corrente elettrica, si ristabilisce questa col compiere quello di nuovo. Il perchè non continuino le contrazioni veementi e succeda la tranquillità malgrado che continui la corrente elettrica, non s'intende bene, e dovrà ricercarsi nella natura ed indole dell'irritabilità muscolare. Dico le contrazioni, e commozioni, veementi, perchè poi alcune oscillazioni, o tremori, ed un certo fremito continuato, non lascia di sentirsi nelle mani, ed altre parti attraversate dalla corrente elettrica continuata, quando questa proceda da una pila assai forte.

§ 35. Ritornando alle cariche delle batterie, e applicandovi le osservazioni qui sopra (§ 33.), l'ingrandire coteste batterie, il portarle da 10 piedi quadrati di armatura a 20., 40., 80., 100. piedi ec. contribuirà di certo a fare, che per cariche a gradi eguali dieno scosse corrispondentemente più forti; ciò però fino a un certo termine, e non più; fino a che sia tale e tanta la grandezza e capacità della batteria caricata, che a compiersene la scarica si esiga tutto quel tempo, che influisce alla forza della scossa. Or ritenendo, che questo tempo

Digitized by Google

sia circa un minuto terzo, e che una batteria di 10. piedi di armatura si scarichi tutt'al più in un minuto quarto, supposizione più che ammissibile (§ 28.), vi vorrà una batteria di 600. piedi almeno a fare, che la sua scarica duri un minuto terzo, e ad ottenere la più grande scossa, che possa aversi quindi da un dato grado di carica. Conseguentemente le batterie più capaci ancora di molto, aventi cioè 800., 1000. o più piedi quadrati di armatura, la cui scarica durasse quindi più di un minuto terzo, non produrrebbero già più forte scossa di quella producasi dall'anzidetta batteria di 600. piedi ad eguale grado di carica; ma bene comincerebbero ad imitare gli altri effetti della pila, che tengono alla continuazione della corrente elettrica oltre l'indicato tempo. E quali sono questi effetti fuori della scossa passeggiera che si può dir momentanea? Li già accennati (§ prec.), cioè le sensazioni continuate di sapore, se la corrente elettrica prenda l'estremità della lingua, di dolore cocente nelle parti molto sensibili, ed altri, che vedremo.

§ 36. Che se dunque la maggiore scossa, che si possa avere per una data *tensione elettrica*, ossia per un dato grado di carica, si ha da una batteria, che contando 600. piedi quadrati di armatura, più o meno impiega a scaricarsi circa un minuto terzo, ossia tutto quel tempo, che sembrando a nostri sensi un istante, ci fa comparire una sola l'impressione, od urto, che in realtà risulta da urti ed impressioni successive (§ 31.): se una maggiore grandezza, ossia capacità di essa batteria, la quale importerebbe un tempo più lungo per la scarica, un quarto per esempio di minuto secondo, o più, insomma una durata sensibile, non fa nulla per questo conto della forza della scossa, come si è detto (§ ivi); egualmente non conterà nulla a questo riguardo la durata infinitamente più lunga della corrente mossa dagli apparati Elettro-motori, i quali per conseguenza non potran dare mai per eguale grado di carica scosse più forti di quella, che dà l'anzidetta batteria di 600. piedi quadrati, quand'anche trovinsi nel migliore stato possibile, coi dischi o bullettini inzuppati della migliore soluzione salina, ec. Anzi le scosse di questi apparati non giungeranno neppure ad eguagliarla tale scossa della batteria di 600. piedi quadrati caricata allo stesso grado, ma resteranno notabilmente al di sotto, per la difficoltà e ritardo che, come abbiam fatto osservare (§ 26.), incontra la corrente elettrica nell'attraversare que' dischi umidi, i quali non sono abbastanza buoni conduttori, nè anche quando

Digitized by Google

l'umore è abbondante, ed impregnato de' migliori sali. Che se poi sia pura acqua, conduttore molto più infelice, come tante volte si è detto, riuscirà la scossa, che potrà dare un tale apparato, così debole, da non uguagliare nemmeno quella di una batteria di 6. od 8. piedi quadrati di armatura, carica pure all'istesso grado, conforme ha trovato il VOLTA colle sue sperienze riportate più sopra (§ 26. 28.).

ARTICOLO IV.

Ulteriore confronto del valore delle scariche elettriche, sotto il doppio rapporto della loro intensità, o tensione *elettrometrica, e della quantità di fluido che le forma, con varie ricerche di Elettrometria.*

§ 37. Si è spiegato nell'articolo precedente con sufficiente chiarezza, con prove, e con acconci esempi, come alla debolezza delle cariche supplisca nelle boccie di Leyden molto capaci, e nelle batterie capacissime, la grande quantità di fluido elettrico, che forma tali cariche in apparenza sì meschine, per cui riuscendo di altrettanto maggiore durata le scariche, abbenchè sembrino ancora istantanee, veniamo a provarne le scosse non minori di quelle, che ne fanno sentire boccie assai più piccole con cariche tanto più forti (con cariche cioè che tanto più innalzano l'elettrometro, a tanto maggior distanza estendono la sensibile loro sfera di attività, e tanto più lontano possono vibrar la scintilla). Ma nulla si è detto ancora della differenza, che trovasi riguardo alla qualità, o tempra, se così può chiamarsi, di tali scosse, differenza non molto grande in vero, ma però rimarcabile, e che gioverà indicare qui a compimento dei confronti delle varie scosse; confronti, che abbiamo già spinti tanto avanti, che per ogni altro lato nulla più vi manca.

Adunque paragonando la commozione cagionata dalle grandi boccie o batterie cariche ad un debolissimo grado con quella prodotta da una picciolissima boccietta carica ad un grado tanto più alto, faremo dapprima osservare, che quando sono così fiacche e questa e quella, che riescono pochissimo sensibili, punto non si

Digitized by Google

distinguono l'una dall'altra, o appena; ma se siano valide abbastanza, allora è, che ci affettano alquanto diversamente la scossa della boccietta, e quella della grande boccia, o batteria, quand'anche riescano di egual polso: la prima possiam dire in certo modo ch'è più acuta, l'altra invece più grave: quella cioè più viva, parzialmente vibrante, meno propagantesi, è più passeggiera (come infatti vedemmo, che la scarica di una picciola boccia compiesi in un più breve istante); questa più muta, gravante un maggior numero di parti, e portantevi certo qual intormentimento; e ciò per essere la scarica elettrica produttrice di tal commozione, meno istantanea, ossia più protratta (comechè ad un tempo ancora insensibile) in ragione della maggiore *capacità* di essa boccia grande, o batteria.

Ora di quest'ultima tempra, o tono, che voglia dirsi, sono ancora le scosse, che danno gli apparati Elettromotori, e quelle pure, che dà la Torpedine: quali appunto esser deono le une, e le altre, attesa la somiglianza delle scariche sì di detti apparati, che degli organi elettrici di tali pesci, con quelle delle grandi, anzi grandissime batterie caricate debolissimamente: come già si è mostrato, e porrassi ancora più in chiaro con altre osservazioni in progresso.

§ 38. Molto più grande, e marcata di cotal differenza riguardo alla qualità o tempra delle scosse provenienti da grandi boccie, e batterie debolissimamente cariche, o da picciole boccie cariche fortemente, si è la differenza riguardo alla distanza, a cui possono succedere le rispettive scariche, e giungere il salto della scintilla. È facile comprendere, che per una più forte *tensione*, indicata da maggiori gradi dell'elettrometro, deve il fluido elettrico poter superare un maggiore intervallo, ossia spezzare un più grosso strato di aria, e scagliarsi quindi più lontano. Ma il determinare di quanto precisamente abbia a divenire più lungo cotesto tiro della scintilla, ossia maggiore la distanza, a cui potrà farsi la scarica, la *distanza esplosiva* a dir breve, corrispondentemente alla maggiore *tensione* elettrometrica, non è sì agevol cosa; e solo può sperarsi di giungere a tale determinazione giusta con un gran numero di sperienze le più esatte. Molte di queste ne ha intraprese il nostro VOLTA, che si è compiaciuto di comunicarci; i risultati delle quali fissano, se non coll'ultima precisione, con sufficiente giustezza il *rapporto* tra i gradi di carica, ossia di *tensione elettrica*, e l'anzidetta *distanza esplosiva*,

Digitized by Google

ossia la distanza a cui può giungere la scintilla e farsi la scarica, e presentano alcune belle leggi.

§ 39. E primieramente ha trovato, che tutte le boccie grandi, e picciole, cariche all'istesso grado dell'elettrometro, ed anche i semplici conduttori, quali essi fossero, portati all'istessa *tensione* elettrica delle boccie, scagliano la scintilla, e si scaricano ad eguale distanza. Ha trovato verificarsi ciò quasi a rigore, almeno dentro certi limiti, ed anche oltre tali limiti non fallire molto, sperimentando con una macchinetta o Spincterometro di una particolare costruzione, che serve a queste, ed a molte altre prove ancora di diverso genere, congegnata in modo tal macchinetta, che la scintilla all'atto della scarica scoccasse tra due palle metalliche di un pollice circa di diametro, distanti una dall'altra più o meno a volontà. Ha dunque veduto seguire sempre tali scariche e scoppj ad una data distanza, giunta che fosse la carica a un dato grado dell'elettrometro precisamente, o quasi: cioè alla distanza di 1. linea per 10. gradi circa di un quadrante elettrometro (un grado del quale ne voleva 16. dell'altro suo elettrometro sensibilissimo a paglie sottili); alla distanza di 2. linee per 19. in 20. gradi dell'istesso quadrante elettrometro, ec., fosse il semplice primo conduttore della macchina elettrica caricato agl'indicati gradi, o fossero più conduttori uniti; fosse una boccettina di Leyden di 4. pollici quadrati di armatura (che ha già una capacità molto maggiore di un semplice conduttore lungo anche 10. 15. 20. piedi, e discretamente grosso); fossero altre boccie di assai maggiore grandezza, cioè di 10. 40. 100. 200. poll. quad. di armatura. Così è: sempre accadeva la scarica ad una data distanza delle due palle metalliche, arrivata la *tensione elettrica* a un tal dato segno, ossia salito il quadrante elettrometro a un tal dato grado, si può quasi dir precisamente, qualunque fosse la capacità del conduttore, o della boccia.

Siccome però a far sorgere una tal *tensione*, a portare, che è lo stesso, la carica a un tal grado richiedevasi, come ben si comprende, tanto maggiore dose di fluido elettrico, ed in conseguenza tanti più giri della macchina elettrica, quanto era più grande cotesta capacità; così poi la scarica delle grandi boccie riusciva più forte e potente; cioè più brillante e piena la scintilla, più romoroso lo scoppio, e più valida la scossa rilevata da chi si fosse trovato compreso nel circolo di essa scarica.

Digitized by Google

§ 40. Risulta pertanto da queste sperienze, che coll'essere per un dato grado di carica, corrispondentemente alla maggiore capacità de' recipienti, maggiore anche la copia di fluido elettrico, si ottiene bensì colla scarica una scintilla più piena e grossa, più scuotente, ec. come era noto; ma non già più lunga, almeno notabilmente: ciò che sorprenderà senza dubbio. Sebbene ritenendo la spiegazione che dietro il nostro esimio Maestro abbiamo data nell'art. prec., cioè che la maggiore quantità di fluido elettrico richiesta a portare la carica ad un dato grado secondo che la capacità del recipiente è più grande fa che la scarica riesca poi di tanto maggiore durata, ossia abbisogni per compiersi di più successivi istanti; ritenendo, dico, tale spiegazione naturalissima e soddisfacente, restiamo appagati anche in questo, riflettendo, che la scintilla poichè viene per tal modo prolungata nel tempo non lo deve essere nello spazio, che troppo sarebbe: no, non lo deve essere più di quello il richiegga la *tensione*, che supponiamo eguale a quella di un altro recipiente meno capace. Ma lasciata la spiegazione, per ciò che riguarda le sperienze, sono queste poche ancora e non abbastanza variate, per poter conchiudere in generale e con sicurezza che la distanza, a cui può scagliarsi la scintilla elettrica, e farsi la scarica, la *distanza esplosiva*, sia *in ragione semplicemente* della *tensione*, o grado elettrometrico, senza alcun riguardo cioè alla quantità di fluido. Se ciò si è verificato in tutte le prove fatte dal sullodato nostro Maestro coll'accennata sua macchinetta, non possiamo essere certi, che si verifichi egualmente coll'instituire le sperienze in altra maniera, o con diversi apparati, ne' quali la scintilla abbia a scoccare tra palle più grosse, o più sottili di quelle da lui adoperate ed eguali tra loro; tra una palla ed un piatto; tra questo o quella, ed una punta ec. Sebbene anche sostituendo ora una punta metallica ottusa, ora ponendo una tal punta, e un piattello in luogo delle due palle nella detta macchinetta, ha osservato l'autore, che variando per tali cambiamenti la distanza, a cui giungeva la scintilla, variava egualmente per le boccie grandi, e per le picciole, purchè fossero cariche ai medesimi gradi dell'elettrometro, eccettuati solamente alcuni casi segnatamente quelli ne' quali intervenisse qualche punta troppo sottile. Fuori di questi casi adunque ne' quali più non osservasi l'enunciata regola, fu sempre la distanza esplosiva, il tiro, ossia lunghezza della scintilla indipendente dalla grande o picciola capacità della boccia, o del conduttore,

Digitized by Google

e dipendente soltanto dal grado di *tensione* o carica misurata dall'elettrometro; o se vi fu differenza, fu così picciola che può trascurarsi.

§ 41. È pertanto comprovata in tutte le maniere la proposizione sopra avanzata, che la distanza a cui può giungere la scintilla elettrica, è in ragione semplicemente della *tensione*, o grado elettrometrico, e niente in ragione della quantità di fluido, che porta una tal *tensione*, ossia della capacità delle boccie, o de' conduttori: è comprovata questa bella legge in guisa, che non si può ricusare di ammetterla, colle restrizioni però già accennate, cioè esclusi i casi, in cui venga provocata la scarica da punte sottili, e forse alcuni altri, e posti dei limiti, oltre i quali non abbia per avventura più luogo tal legge e dentro i quali ancora non si osservi essa a tutto rigore, e appuntino, ma bensì a un dipresso, tantochè non vi siano deviazioni rimarcabili. Ora questi limiti, ossia gli estremi delle sperienze fatte dal nostro VOLTA, comprendono una ben grande estensione, tanto riguardo alle boccie, avendone egli sottoposto alle prove molte di varia grandezza, dai 2. pollici quadrati di armatura fino a 200, e più; quanto riguardo alle distanze superate dalle scintille, cominciato avendo le prove da $^1/_{10}$ di linea, per cui bastava la picciola carica di circa 16. gradi del suo elettrometro a pagliette, che valgono appena 1. grado del quadrante-elettrometro da esso lui adoperato, e portate avendole successivamente fino a 8. linee, per cui vi vollero 68. gradi circa di esso quadrante elettrometro, qualunque fosse la boccia, giova pur ripeterlo, grandissima, mezzana, o piccolissima, o fosse anche il semplice conduttore della macchina elettrica, che facesse montare l'elettrometro a tali gradi.

§ 42. Un altra bella legge ci additano ancora codeste sperienze; ed è, che le distanze a cui può giungere la scintilla, crescono quasi esattamente, come le *tensioni*, o gradi segnati dall'elettrometro, cosicchè per doppia, tripla, quadrupla *tensione*, la distanza, cui la scintilla vale a superare è appena un poco più che doppia, tripla, quadrupla. Ecco quali in dette sperienze fatte dal nostro Professore non una, ma più e più volte, e colla possibile accuratezza, e diligenza, furono le *distanze esplosive*, cioè quelle, a cui seguiva il salto della scintilla dall'una all'altra palla metallica del suo *Spincterometro*, corrispondentemente ai diversi *gradi di tensione*, ossia carica di qualsisia boccia grande, o picciola o del semplice conduttore della macchina elettrica, o del medesimo prolungato con diversi altri più o

Digitized by Google

meno capaci, giacchè la capacità maggiore o minore di essi conduttori, o boccie, non portava in tali distanze esplosive alcuna differenza, giusta i precedenti §§.

Distanza esplosiva	Quadrante elettrometro
linee ¼ —	gradi 2 ½
½ —	5
1 —	10
2 —	19 ½
3 —	28 ½
4 —	37
5 —	45
6 —	53
7 —	60 ½
8 —	67 ½

Questi risultati ci assicura egli avergli ottenuti costantemente a un dipresso, anche trascurando alcune scrupolose attenzioni, e ad un rigore poi quasi preciso, qualunque volta ha cercato di porre nelle sperienze la massima esattezza, di farli in tempi propizi all'elettricità, o almeno non troppo umidi, di allontanare ogni circostanza, che accidentalmente potesse indurre qualche varietà, come l'interposizione di alcun corpicello, o granellino, o pelo fralle due palle, o velo di ruggine, o patina qual si fosse, anche di solo umido, sopra le medesime; avendo cura soprattutto di collocare l'elettrometro in guisa che il suo movimento fosse al più possibile libero, non influenzato cioè da atmosfere opposte, o laterali; al qual fine deve trovarsi infisso all'estremità di una verga metallica, o di un bastone inargentato, come suol praticare Volta (non solamente in queste sperienze, ma in tutte le altre, in cui vuole, che l'elettrometro segni giustamente i gradi di elettricità), che sporga in fuori, e si lasci indietro pel tratto di qualche piede il resto del conduttore, o conduttori, di cui fa parte. Ora da tali risultati appare, che se le *distanze esplosive* non sono a tutto rigore *in ragione diretta semplice* delle *tensioni*, ossia gradi elettrometrici, crescendo questi alquanto meno di quelle, la differenza però è così picciola, che per le distanze di poche linee,

Digitized by Google

e meglio per quelle al di sotto di una linea, possiamo senza errore notabile attenerci a tal *ragione diretta*. Una sensibile discrepanza comincia solo dopo le distanze di 2. e 3. linee, ed è ancora picciola, come vedesi dalla qui riportata tabella; la quale indica pure di quanto poco, e come regolarmente vada mancando essa ragione diretta semplice. Non pretende però il nostro esimio sperimentatore di poter avanzare tal regola, e neppure i descritti risultati, come infallibili, e dell'ultima precisione; e solo ce li dà per giusti nel senso di una grande approssimazione: con che non ha fatto poco; massime che si estendono essi già molto, cominciando da una *tensione*, o carica così debole, che appena manifestasi al quadrante-elettrometro, e per cui il tiro della scintilla si ha appena alla distanza di $^1/_4$ di linea; ed arrivando fino a delle cariche assai forti, valevoli a lanciare la scintilla ad 8. linee, e per le quali sovente le boccie di Leyden o si spezzano, o si scaricano da loro senza arco conduttore.

§ 43. I semplici conduttori di conveniente forma senz'angoli e punte, possono elettrizzarsi a gradi assai più alti, e scagliare quindi la scintilla a molto maggiore distanza, a quelle di 2. 3. 4. 6. 8. pollici, e più ancora, adoperandosi eccellenti macchine elettriche. Ora se anche per gradi di elettricità così elevati osservisi la stessa legge, cioè siano presso a poco proporzionali a tali gradi le distanze, a cui giunge la scintilla, è ancora ignoto, e lo sarà probabilmente per lungo tempo, difficilissimo essendo il determinar ciò con sicure sperienze, per le quali richiederebbonsi altri elettrometri diversi, e più esatti di quelli che abbiamo. I quadranti-elettrometri ordinarj non servono in alcun modo a misurare cariche così forti, e non possono neppur sostenerle, disperdendo essi l'elettricità troppo intensa con frequenti, o continui spruzzi dagli estremi della colonnetta, da qualche punto dell'arco graduato, e più dalla palla in cui termina il pendolo, la quale non vuol essere molto grossa: questi spruzzi si manifestano con un certo stridore, e sono visibili all'oscuro. Del resto anche per le cariche, che possono le boccie sopportare, e rispetto alle quali la distanza esplosiva si è trovata dal nostro VOLTA abbastanza proporzionale ai gradi di *tensione*, cioè doppia, tripla, quadrupla, ec. per cariche a un dipresso doppie, triple, quadruple, o di pochissimo minori (§ prec.), avverte il medesimo, che ciò si verifica soltanto ove le scintille scocchino tra due palle metalliche; poichè altrimenti scoccando tra una palla, massime se poco grossa, e un piatto, e più

Digitized by Google

tra un piatto ed una punta, la distanza, che può superarsi dalla scintilla, cresce in maggior proporzione della carica, singolarmente quando la direzione del torrente elettrico è dalla punta al piatto, ciò che favorisce molto il salto di essa scintilla, e la fa essere più lunga. Conchiude poi essere probabilissimo, che per i semplici conduttori di sufficiente grandezza, ed elettrizzati ai più alti gradi, a segno di lanciar grosse scintille fragorose ad alcuni pollici di distanza, cotali distanze, cui giungono a superare, eccedano pure di molto la proporzione delle cariche, ancorchè scocchino esse scintille tra due palle; le quali in tal caso ancorchè eccedano in grossezza uno, o due pollici fanno in qualche modo officio di punta.

§ 44. Venendo ora alle cariche debolissime, al disotto cioè delle più deboli comprese nella tabella qui sopra esposta (§ 42.), vedesi, che non possono esse più misurarsi dal quadrante-elettrometro (§ cit.), ma solo con elettrometri molto più delicati, con quelli cioè a pendolini leggerissimi rinchiusi in una boccetta, elettrometri inventati da CAVALLO, migliorati da SAUSSURE, e che da alcuni vengono denominati *micro-elettrometri*: tra i quali quello a boccetta, non più cilindrica, ma quadra e a semplici pendolini di paglia, sostituiti da VOLTA ai due fili metallici sottili terminanti in pallottoline di sovero, o di midollo di sambuco, (elettrometro oggi giorno usitatissimo, a cui ci siamo tante volte riportati nel presente scritto, e ci riporteremo pure in seguito) ha il vantaggio considerabilissimo di seguire un andamento molto equabile, e di aver quindi tutti i suoi gradi comparabili si può dire esattamente, almeno fino ai 18. o 20., (che portano uno scostamento delle due pagliette pendenti, di 9. in 10. linee, osservato alle loro estremità). La descrizione di questo elettrometro così perfezionato, e le prove dell'indicata comparabilità de' suoi gradi, se non rigorosissima, tale da non portare entro gl'accennati limiti error sensibile (per la quale prerogativa è preferibile a quelli di BENNET e d'altri Fisici a listarelle di foglia d'oro, tre o quattro volte più sensibili, a dir vero, ma non così comparabili) trovansi nelle *Lettere sulla Meteorologia Elettrica* di esso VOLTA pubblicate sono già molti anni: alle quali prove ne ha aggiunto in appresso altre in conferma, con esperienze instituite a quest'oggetto in varie maniere, e con maggiore accuratezza e precisione.

§ 45. Colla scorta di un sì fedele e prezioso stromento ha dunque il medesimo ricercato, se anche per tali cariche debolissime, per

Digitized by Google

le quali non può servire il quadrante-elettrometro, osservisi la legge (§ 42.), che le distanze esplosive, a cui cioè giunge la scintilla, e fassi la scarica, siano presso a poco proporzionali ai gradi delle cariche medesime; e fin dove ha potuto determinare con qualche esattezza tali distanze (il che riesce assai difficile, e infine impossibile per le estremamente piccole), ha trovato ch'essa legge si verifica, o almeno non falla notabilmente. Così avendo già veduto, che per la distanza di lin. $\frac{1}{4}$ vi voleva la carica di gradi 2. $\frac{1}{2}$ del quadrante elettrometro (§ cit.), che valgono gr. 40. del suo elettrometro a paglie sottilissime, trovò che ve ne volevano 20. di questi per $\frac{1}{8}$ di lin., e 10. circa per una distanza, che potè giudicare essere appunto $\frac{1}{16}$ di linea, eguale cioè alla grossezza di una carta, di cui ben 16. ve ne vogliono a far una linea. Seguendo un tale rapporto, per 4. gradi dello stesso elettrometro a paglie sottili la scarica non potrà farsi che ad $\frac{1}{40}$ di linea, per 2. gradi a $\frac{1}{80}$ lin. per 1. grado a $\frac{1}{160}$ lin. ec. Se tali deduzioni non possono verificarsi esattamente con esperienze affatto sicure per la già accennata difficoltà di misurare con precisione le troppo picciole distanze, che diviene poi impossibilità per le picciolissime qui indicate; possiamo però persuaderci almeno, che non vadano molto lungi dal vero. Che se pure se ne allontanano, non sarà certo nel senso, che si prendano da noi cotali distanze troppo picciole corrispondentemente alle cariche, ma bensì in senso contrario; stantechè, a norma della tabella sopra riportata (§ 42.), le distanze esplosive diminuiscono piuttosto in una proporzione maggiore che le cariche o *tensioni* elettriche: e quindi le qui notate frazioni di linea sono anzi troppo grandi, che troppo picciole; cosicchè a 2. gradi di carica non $\frac{1}{80}$ di linea, ma $\frac{1}{100}$ forse, od anche meno deve corrispondere; ad 1. grado $\frac{1}{200}$ di lin. o meno; a $\frac{1}{2}$ grado meno di $\frac{1}{400}$ di lin. ec.

§ 46. Ben si comprende, che quando le scariche, per così deboli *tensioni*, non possono farsi, che a distanze così picciole e impercettibili, neppure la scintilla può essere visibile, o appena: che niun altro segno elettrometrico sensibile, di attrazione cioè o ripulsione può osservarsi, a meno che si abbia ricorso al Condensatore (col quale se sia de' migliori, può raccorsi sufficiente elettricità per qualche scintilla, anche da tali cariche più deboli di $\frac{1}{4}$ di grado dell'elettrometro a paglie sottili, e può manifestarsi qualche segno all'istesso elettrometro, da quelle di $\frac{1}{20}$, di $\frac{1}{60}$, e fino di $\frac{1}{100}$ di grado: come

Digitized by Google

ha mostrato il nostro VOLTA, ottenendone dalle cariche prodotte da una sola coppia di metalli diversi, ec.): e che, se una lamina d'aria estremamente sottile è da tanto d'impedire, od arrestare la scarica e corrente elettrica, basterà pure ad impedirla, ed arrestarla qualunque altro strato coibente sottilissimo; e basterà qualunque cattivo o troppo imperfetto conduttore, se non ad arrestarla, a ritardarla molto, tantochè non verrà a produrre scosse sensibili, comunque essa corrente provenga da una sorgente ricchissima, quali sono le grandi bocce, e batterie cariche a que' tali gradi, od anco da una indeficiente, quali sarebbero le batterie d'immensa capacità, e lo sono effettivamente gli apparati Elettromotori montati a simili *tensioni*, come si è fatto vedere. Però è, che un poco di ruggine, od altra patina, che copra un metallo in que' punti ov'esso viene toccato da altro metallo, non lascia passare la scossa; anzi neppure una catena metallica la lascia passare, la quale non sia ben tesa, o i cui anelli meno che lucidi e tersi eccedano un picciol numero; come non la lasciano passare un legno, una carta, un cuojo poco umidi, la pelle asciutta delle mani, l'epidermide delle foglie verdi, ed altri corpi, che pur sono, o partecipano della natura de' conduttori.

§ 47. L'aria molto diradata, e la fiamma, che sono decisamente conduttori, nè già cattivissimi, e che anzi si sono sostenuti, e si tengono tuttavia da molti per assai buoni, non lasciano neppur essi passare la scossa, sebbene permettano il tragitto della corrente elettrica, come il permettono pure gli altri conduttori imperfetti: ritardano solamente, per essere non abbastanza permeabili all'elettrico, essa corrente a segno, che essendo già non molto incitata, ossia movendosi (ne' casi di cui si tratta) con una debolissima *tensione*, riducesi per tale ritardo a non poter dare commozione sensibile. Tratteniamoci un poco intorno alla fiamma, a cui si è attribuito molto più di conducibilità o permeabilità al fluido elettrico, di quello che realmente ne goda; e si è tratto quindi erroneamente un argomento od indizio di differenza fralle cariche elettriche, e le così dette galvaniche, (fra quelle cioè delle boccie di Leyden, e quelle delle pile Voltiane) dall'osservarsi, che non si avea scossa alcuna da queste ultime, ove la scarica dovesse attraversare una fiamma, anche per un picciol tratto: erroneamente dico, giacchè succede lo stesso anche delle scariche delle boccie di Leyden, che non abbiano maggior *tensione* di quella delle pile; onde in luogo di un'obbiezione contro

Digitized by Google

l'identità del fluido elettrico e galvanico, ne ricaviamo anche da questa perfetta conformità una novella prova.

La fiamma adunque (secondo le accurate sperienze di VOLTA da lui medesimo comunicateci) facendo parte dell'arco scaricatore, ossia interrompendolo colla sua frapposizione, viene bensì attraversata dalla corrente elettrica, ma a stento; ovvero le porta tale impedimento, e ritardo, che se la carica o *tensione* non arriva almeno a 30. o 35. gradi dell'elettrometro a paglie sottili, che valgono 2. gradi circa del quadrante elettrometro, sia piccola, sia grande la boccia, o sia una batteria, non si ottiene scossa sensibile; epperò non si è potuta finora ottenere dagli apparati elettro-motori o pile, che sono ben lungi dall'arrivare a simile *tensione* (per arrivarvi dovrebbero essere composti da 1800. a 2000. coppie di rame e zinco, in ragione di $^1/_{60}$ circa di grado, che vale la *tensione* elettrica prodotta da ciascuna coppia, come si è fatto più volte osservare ne' precedenti articoli). Al di sopra di tali gradi uno strato di fiamma qualunque esso sia, di spirito di vino, di olio, di cera, od altro combustibile frapposto ai conduttori metallici ancorchè esso strato abbia più linee o qualche pollice di spessezza, non toglie di sentire la scossa, ma la indebolisce soltanto.

Del resto, che il fluido elettrico, cui tendono a scaricare le pile, e le boccie di Leyden cariche a non più forte *tensione* delle pile, tragitti, a stento sì, ma pur tragitti per la fiamma non meno che per gli altri conduttori imperfetti, quali sono l'aria diradata, carte, pelli, legni, ec. poco umidi, si fa manifesto dal comunicarsi tali cariche, sia da una ad altra boccia, sia da una pila ad una boccia piccola o grande, ed anche ad una capacissima batteria, fino a portarvi un'egual *tensione* elettrica, malgrado l'interposizione ai due conduttori metallici di una fiamma; e dal comunicarvisi in tempo ancora non molto lungo, cioè di uno, o due minuti secondi, come ne assicura il nostro Autore aver trovato, e ciascuno può coll'esperienza verificare. Ma che dico in tempo non molto lungo? Questo di uno, o due secondi è lunghissimo in paragone di un minuto terzo, e meno ancora, che, come si è spiegato ampiamente nell'articolo precedente, impiega la pila a comunicare ad una anche grande batteria la carica elettrica eguale alla sua, ove non siavi nell'arco conduttore tale interposizione della fiamma, od altro imperfetto deferente; epperò non è meraviglia, se rallentata cotanto allorchè avvi l'interposizione sud-

Digitized by Google

detta la corrente elettrica, mossa altronde debolmente da tali cariche inferiori a 30. gradi dell'elettrometro a paglie sottili, manchi la scossa.

§ 48. Veduto abbiamo come il salto della scintilla, ossia la distanza, a cui può giungere la scarica elettrica spezzando lo strato d'aria frapposto a conduttori metallici, salve alcune restrizioni, sia in ragione semplicemente della *tensione* ossia grado di carica, indipendentemente dalla quantità di fluido, che forma tal carica, e quindi dalla capacità delle boccie; ma che il valore, o gravezza della scossa dipende pur molto anche da questa capacità, a cui, come si comprende, corrisponde la quantità di fluido richiesto per una data carica: che in una parola la scossa è in *ragione composta* della *tensione*, e della *quantità* di fluido elettrico. Ora importa di sapere se questa ragion composta sia giusta ed esatta, cioè tale, che per date *tensioni*, ossia cariche di dati gradi, riescano le scosse precisamente del doppio, del triplo, del quadruplo più valide, secondo che le capacità delle boccie, e quindi le quantità di fluido elettrico, sono due, tre, quattro volte più grandi, ec. Ma qui dobbiamo dire che la cosa non ha potuto ancor bene determinarla il nostro Autore colle sue sperienze, per quanto numerose, e diligenti sieno state; anche perchè è difficile il valutare giustamente le scosse, e poter accertare, che una sia doppia, tripla, quadrupla dell'altra. Si può meglio giudicare, se due scosse siano, o no eguali, onde pare che si dovrebbe poi poter verificare se l'indicata ragion composta abbia luogo, col provare se si abbiano effettivamente scosse eguali da boccie di diversa capacità caricate appunto in ragione inversa di esse capacità, es. gr. da una boccia di 20. pollici quadrati di armatura caricata a 40. gradi, e da una di 80. pollici caricata a 10. gradi. Ma s'incontra qui un altra difficoltà, per ciò che, conforme abbiamo fatto osservare (§ 36.), le commozioni riescono in qualche maniera diverse riguardo alla loro qualità, ossia al senso ed impressione che fanno sugli organi, secondo che provengono da picciole boccie cariche fortemente, o da grandi cariche debolmente, sebbene tal diversità delle commozioni non sia molto grande, e in parecchi casi neppur rimarcabile.

§ 49. Chechè ne sia di queste, ed altre difficoltà, ecco ciò che il nostro sperimentatore crede poter avanzare sul punto del valore delle scosse, dipendentemente dalla capacità delle boccie, e batterie, e dal grado di carica: ecco il risultato di molte sue sperienze. Una boccetta di vetro sottile (di ⅓ circa di linea) avente circa 9. pollici

Digitized by Google

quadrati di armatura, deve essere carica almeno 8. gradi dell'elettrometro a pagliette, per poter dare una scossa debolissima, e appena sensibile a un dito tuffato nell'acqua di un catino, la quale comunica per mezzo di una lastretta di metallo coll'armatura esterna di essa boccetta, mentre si viene a toccare l'uncino, o filo metallico procedente dall'armatura interna con un altra larga lastra o cannone impugnato a dovere dall'altra mano ben umida. Egli è questa una delle migliori maniere di esplorare le deboli scosse, e di sentire anche le minime, qual è quella appunto che dà detta boccetta di 9. pollici di armatura carica 8. gradi: scossarella, che sentesi appena e non affetta che una o due articolazioni di esso dito. Un altra boccia 4. volte più capace, cioè di 36. pollici circa, ossia di $^1/_4$ di piede quadrato d'armatura, caricata 4. volte meno, cioè a 2. gradi dell'istesso elettrometro a paglie sottili, produce l'istessa minima scossa nel dito; e così pure una boccia di $^1/_2$ piede quadrato colla carica di 1. grado; una di 1. piede con quella di gr. $^1/_2$; ed una di 2. piedi colla carica di gr. $^1/_4$: le quali cariche tutte sono formate come si comprende dell'istessa quantità di fluido elettrico. Qui dunque la grandezza della capacità nelle boccie supplisce esattamente, come pare, o quasi esattamente, alla minor *tensione*, ossia grado di carica: e siccome il prodotto di questa *tensione* nella quantità di fluido elettrico risulta il medesimo, così pure eguale è l'effetto della scossa, eguale almeno il suo valore; nè si accorge ancora che differisca nella qualità, ossia modo di affettare gli organi.

§ 50. Carichinsi del doppio ciascuna di queste boccie, cioè 16. gradi quella di 9. pollici; 4. quella di poll. 36., e così gradi 2., 1., $^1/_2$ quelle rispettivamente di $^1/_2$, di 1., e di 2. piedi quadrati di armatura; la scossa, che darà ciascuna, e che prenderà allora tutto il dito, riuscirà egualmente più risentita, ma comincerassi a distinguere qualche leggier differenza di sensazione: la quale differenza diverrà poi più notabile a misura che accrescendosi ancora del doppio, del triplo, del quadruplo, ec. le rispettive scosse, diverranno corrispondentemente più valide, e si estenderanno al carpo, al gomito, e più avanti. In che consista questa differenza, che non è poi molto grande, si è già detto (§ 36.). Qui importa di osservare, che qualunque ella sia non toglie, che si possano giudicare le scosse delle picciole boccie, e delle grandi, cariche in ragione inversa delle capacità, di egual polso e valore, almeno presso a poco.

Digitized by Google

§ 51. Ma in ciò ancora convien riconoscere dei limiti: poichè se dalle boccette di pochi pollici quadrati di armatura fino alle boccie, o giare di 1. piede quadrato, ed anche di 2. è sembrato al VOLTA, che si osservi esattamente, o quasi esattamente codesta legge, così che la gravezza delle commozioni sia tanto in ragione della capacità delle boccie, quanto in ragione dell'intensità della carica: un tal giusto rapporto ha trovato il medesimo non aver più luogo per boccie, e batterie di molto più grandi capacità, ossia non corrispondere intieramente all'aumento di queste capacità la grandezza e potere delle scosse. Così una batteria di 8. piedi quadrati, la quale seguendo esattamente l'indicata ragione, dovrebbe produrre qualche scossarella sensibile nel dito (§ 49.) colla carica di $^1/_{16}$ di grado dell'elettrometro a pagliette, non ne produce punto se non è caricata un poco di più, cioè ad $^1/_{12}$ od $^1/_{10}$ di gr. e similmente colle cariche di 1. 2. 3. 4. gradi, ec. non produce già scosse 8 volte maggiori di quelle, che si ottengono da una boccia di 1. piede quadrato carica a quegli stessi gradi ma scosse soltanto 5. o 6. volte maggiori, come può giudicarsi all'ingrosso: ed averle quindi 8. volte maggiori vi vuole, una batteria di un'altra metà più grande, cioè di 12. piedi, o più. In generale a fare, che per un dato grado di carica le scosse riescano del doppio più valide, si richiedono batterie di capacità già più che dupla cominciando da quella di 1. o 2. piedi quadrati di armatura; poi quasi tripla; poi maggiore ancora, proseguendo alle grandezza di 8. 10. 15. 20. piedi quadrati, ec., fin dove è arrivato colle sue sperienze comunicateci il nostro VOLTA: dietro l'analogia delle quali presume egli che vi vorranno anche 4. 5. 6. volte più capaci le batterie acciò valgano a produrre similmente per un dato grado di carica un doppio effetto, quando si tratterà di quelle che oltrepassino i 40. 60. 100. piedi quadrati di armatura; finchè l'ingrandirle ulteriormente non servirà più nulla, a fare che la scossa riesca più potente.

§ 52. Le quali cose tutte convengono benissimo con ciò che si è detto, e spiegato già ampiamente (§ 19. 29. e seg.), cioè che le boccie di Leyden di grande capacità, e le batterie capacissime, fanno sentire le scosse tanto più valide e poderose di quelle, che per eguali gradi di carica si hanno dalle piccole boccie, per ciò che a misura della maggiore quantità di fluido che forma la carica di quelle, ne riesce di tanto maggiore durata la scarica, comechè sembri pur anche istantanea; e perciò, che corrispondentemente a tal durata un

Digitized by Google

maggior numero d'impressioni successive si confondono in certo modo in una impressione sola, la quale riesce così altrettanto più potente e risentita. A proposito di che si è soggiunto (§ 31. 34.) che ciò si dee intendere dentro certi limiti, e fino a quel segno, che tal durata della scarica, o corrente elettrica sembra a nostri sensi ancora un istante; giacchè poi prolungandosi ad un tempo sensibile, ed anche solo ad un minuto terzo, come finalmente accader dee con batterie di molto grande capacità, il dipiù che durasse oltre tal limite la scarica, per essere queste batterie più smisurate ancora, es. gr. di 600. piedi quadrati di armatura, di 800., di 1000., non influirebbe già più alla forza della scossa sensibilmente momentanea, ma solo agli altri effetti, che tengono alla durata della corrente elettrica per un tempo notabile (§ 32.): come avviene appunto cogli apparati Elettromotori, la corrente continua de' quali non solamente dura un tempo sensibile, ma quanto durerebbe la scarica di una batteria d'immensa capacità, cioè un tempo indefinito, per non dire infinito. Per la quale durata, ossia scarica indeficiente, oltre le scosse, producono gli Elettromotori altri effetti sui nostri organi, e sopra altri corpi, che non valgono a produrre le grandi boccie di Leyden, e neppure le batterie, che finiscono in brevi istanti di scaricarsi. I principali di questi effetti sono le impressioni sui sensi della visione, del gusto, e del tatto già altre volte accennate, e delle quali ci occuperemo in un articolo particolare; siccome in un altro tratteremo degli effetti chimici, quali sono la decomposizione dell'acqua, di varj sali, ed altre sostanze, l'ossidazione e dissossidazione de' metalli ec. provenienti dall'azione degli Elettro-motori e che nè le boccie di Leyden, nè le batterie anche più grandi han potuto operare, se non in picciolissima parte, e molto imperfettamente.

ARTICOLO V.

Della poca virtù conduttrice dell'acqua, massima pura: per cui un torrente elettrico tràgittandovi si allarga a più potere, prendendo oltre il diritto sentiero molte altre vie, comunque oblique e lunghe. Applicazione di ciò alle scosse, che si hanno sott'acqua, come dalle Torpedini, così dalle pile e dalle bocce di Leyden.

§ 53. Abbiam avuto occasione già più d'una volta di far rimarcare quanto i conduttori di seconda classe, i liquidi cioè, e i

Digitized by Google

corpi impregnatine, e in particolare l'acqua semplice siano poco permeabili al fluido elettrico in paragone de' metalli, o conduttori di prima classe. Or conviene trattenerci più di proposito intorno ad alcune conseguenze ed effetti, che provengono da questa difficile permeabilità di tali conduttori imperfetti. Osserveremo dunque primieramente, che inabili a trasmettere la scossa riescono non solamente i corpi poco umidi, come già si è notato, ma ben anche i meglio inzuppati, e l'acqua stessa in natura, ove non abbiano una considerabile larghezza; inabili un sottile cordoncino bagnato, un filo di acqua men grosso di una linea ec., per poco che sian lunghi: che, se un cilindro d'acqua (rinchiusa es. gr. in un tubo di vetro) di qualche linea di diametro lascia passare la scarica di una boccia di Leyden, ossia la corrente elettrica indi mossa, con abbastanza di libertà, perchè possa sentirsi la scossa, è questa molto debole paragonata a quella che si avrebbe, se passasse invece per il più sottil filo metallico: che a misura, che il conduttore acqueo ha maggior estensione in largo, e minore in lungo, tanto più si risente la scossa, per ciò che più facile diviene il tragitto del torrente elettrico; ma che neppure un cilindro d'acqua di un pollice, anzi di alcuni pollici di diametro, offre ad esso torrente un passaggio intieramente libero, ma bensì alquanto difficile e impedito, e più che non lo sia per un filo metallico del diametro di $^1/_{10}$, o di $^1/_{20}$ di linea: che insomma la copia di fluido elettrico, che passa non difficilmente e con somma rapidità per un sottilissimo filo metallico, ha bisogno per passare con eguale o quasi eguale prestezza, e facilità attraverso l'acqua di dividersi, e scorrere per migliaja e migliaja di filetti di questa.

§ 54. Ora facendo l'applicazione di ciò all'apparato Elettromotore, e considerando, che la corrente di fluido elettrico, che ne sgorga da un capo e rientra per il capo opposto, con attraversare i corpi che formano l'arco conduttore, ossia che compiono il circolo, è molto ricca e copiosa, vale a dire, che per ogni tempo brevissimo se ne tramanda una quantità assai grande, come si è mostrato con tante prove, comprenderemo facilmente, che qualora tale corrente dee tragittare per siffatti conduttori imperfetti, per l'acqua cioè, o corpi umidi, insofferente, diciam così, di un sentiero troppo ristretto, cercherà di allargarsi, e di scorrere per ampie strade, deviando anche per seguirle dal più corto cammino. Così è: il torrente elettrico affacciandosi in grossa piena a pochi punti di un conduttore umido,

Digitized by Google

e penetrandolo per passar oltre, si divide tosto, se vi è campo, in tanti rami, quanti gliene abbisognano per incontrare nel totale una minor resistenza al suo corso, per avere un più facile sfogo.

§ 55. Questo dilatarsi del torrente elettrico, e prendere larghe spaziose vie per entro a' conduttori umidi, e tanto più, quanto più sono questi imperfetti, in luogo di batterne una sola ristretta, invece di progredire per il sentiere più dritto e corto al termine cui tende, come fa ne' conduttori metallici incomparabilmente migliori di quelli; questo tanto diffondersi insomma accade, perchè poche linee o fili conduttori sibbene, ma imperfetti, quali sono i corpi umidi, e i liquidi medesimi, non bastano a tradurre con tutta prestezza una gran copia di fluido elettrico, che vi abbordi, non bastano a dar passo a tutto quello, cui tende a cacciar fuori un capo della pila, e tira a sè l'altro capo, ossia non lasciano scorrere codesta grande quantità di fluido elettrico così liberamente, che non ne resti pur molto addietro, e mantengasi là addensato, quì rarefatto. Volete vederlo e toccarlo con mano? Presa una pila molto attiva, costrutta cioè di molte coppie di rame e zinco ordinate a dovere, coi bullettini interposti ben inzuppati di qualche umore salino, e postala sopra un piede isolante, stabiliscasi una comunicazione fra i suoi due capi con qualche lunga listarella di cartone, con un cordoncino pur lungo, o simile, bagnati: avrete ancora segni di elettricità *in più* dall'uno de' capi, e di elettricità *in meno* dall'altro opposto; segni, che un buon Condensatore vi renderà sensibili all'elettrometro; e otterrete pur anche malgrado tal comunicazione, delle scosse quante ne volete, praticando gli opportuni toccamenti: segni, e scosse per altro più deboli di quello sieno allorchè siffatta comnuicazione del cartone, o cordoncino bagnato non esiste.

§ 56. Curiosa cosa è, e che può forse recar meraviglia, sebbene facile a intendersi dietro quanto si è detto, che que' segni elettrometrici si hanno non solamente dal vertice, e dalla base della pila, ma ben anche dal cartone, o cordoncino ne' luoghi rispettivamente vicini ad esse estremità, ed anche per non picciolo tratto di tal arco conduttore umido, sì da una parte che dall'altra, in modo però che vanno via via degradando tanto l'una che l'altra elettricità contrarie; finchè verso il mezzo di detto arco divengono affatto insensibili, e nulle. Ciò prova ad evidenza, che il fluido elettrico versato da un capo della pila entro quella lista umida, sospinto e incalzato da quello,

Digitized by Google

che sopravviene continuamente, vi è rattenuto in parte, ossia ritardato nel suo corso, sicchè non arriva colla prontezza che ci vorrebbe a risarcire tutto quello, che viene pur continuamente aspirato e succhiato dal capo opposto; ond'è poi che rimane qui rarefatto, là condensato, massime verso gli estremi.

Simili sperienze riescono ancor meglio ove la base della pila posi semplicemente sopra di un tavolo di legno, o simile cattivo conduttore, e sporgendo da essa base un pezzo di cartone, o panno bagnati, un altro pezzo o lista pure bagnata sporgente dal vertice si prolunghi a toccare il tavolo medesimo in distanza qualsiasi da quel primo pezzo bagnato. Così disposte le cose, si hanno segni di elettricità *in più* per tutto il tratto di uno di cotali pezzi inzuppati, e degradatamente anche dai piattelli della pila da quella parte, fin verso il mezzo di essa pila; e segni di elettricità *in meno* da tutto l'altro pezzo, e dai piattelli corrispondenti, pur anche fin verso il mezzo, il quale fralle due elettricità opposte trovasi a zero, ossia neutro. Che se da una parte la comunicazione abbia luogo con migliori, o più ampj conduttori, che dall'altra, l'elettricità da tal parte avendo maggiore sfogo (venendo cioè il fluido elettrico più facilmente versato, od assorbito secondo il bisogno) comparirà più debole che nella parte opposta, e diminuendo nella serie de' corrispondenti piattelli riuscirà nulla molto indietro del mezzo della pila; e già prima di tal mezzo comincierà a manifestarsi l'elettricità contraria dominante all'altro capo della pila. Coerentemente a ciò, se la base di questa comunichi essa sola per mezzo del tavolo col suolo, o altrimenti con capaci conduttori, e la testa non abbia comunicazione alcuna, niun segno avremo di elettricità da essa base, e tosto dalle prime coppie o piattelli metallici comincierà a manifestarsi (coll'ajuto, s'intende, del Condensatore) quell'elettricità, che va poi crescendo di mano in mano fino alla testa.

§ 57. Queste poche sperienze, ed osservazioni possono bastare, facendone la conveniente applicazione, a dilucidare un'infinità di altre esperienze analoghe, le quali cioè nella varietà de' risultati dipendenti dalle circostanze di moltiplicate comunicazioni, e queste più o meno imperfette, da una parte della pila, o dall'altra, pur si riducono ai medesimi principj, e si spiegano infatti dal nostro VOLTA in una maniera la più soddisfacente. Esporremmo volentieri una serie di tali sperienze, i di cui risultati, fuori della data spiegazione, par-

Digitized by Google

rebbero se non affatto capricciosi, mirabili almeno; ma ciò menerebbe troppo in lungo. Non vogliamo però lasciare d'indicarne alcuna delle più curiose.

Una persona sostenga colla mano il piede di una forte pila ritta, ed un altra persona copra pur colla mano la testa di essa pila: queste due persone, che comunicano fra loro per un tratto di pavimento interposto, o in altra maniera, daranno segni di elettricità, una *in più*, l'altra *in meno*, corrispondentemente al capo della pila, che tocca ciascuna di esse: segni, coll'ajuto del Condensatore, sensibili ad un delicato elettrometro.

Un'altra sperienza non meno curiosa, e più sorprendente sembrerà questa. Una persona tenga toccati continuamente i due capi di una valida pila, l'uno con una mano, l'altro coll'altra formando per tal modo il suo corpo un arco conduttore compito. Chi mai creduto avrebbe, che mantenendosi tal ampia comunicazione dei detti due capi della pila, vi si dovesse sostenere ancora parte della carica elettrica, e parte molto considerabile, al segno di poter dare scossa sensibilissima ad una seconda persona, che venga a toccare anch'essa con due lastre ben impugnate dalle mani umide (quanto giovino queste due lastre così impugnate si spiegherà in seguito) gli stessi due capi della pila? Or tale scossa si ottiene benissimo; e se anche questa seconda persona tenendo ivi le mani continuamente applicate faccia da secondo arco conduttore, una scossa pur anco sensibile potrà rilevare una terza persona, che in simil modo sopravvenga, e così altre di seguito fino ad un certo numero; giacchè crescendo tali archi conduttori va diminuendo in proporzione la carica o *tensione* elettrica della pila, e le scosse divengono mano mano più deboli, finchè riescono insensibili, e nulle. Certo è cosa sorprendente, che tanti archi conduttori, e così ampj avvegnachè di seconda classe, non valgano a dar intiero e libero sfogo al torrente elettrico qual esso sia, o che ne rallentino il corso più di quello faccia un sol arco mille, e mille volte più stretto, ma conduttore di prima classe, un filo metallico sottilissimo, il quale applicato a dovere ai due capi della pila non le lascia più dare scossa, nè segno elettrometrico alcuno. Quanto mai tali conduttori di seconda classe sono inferiori a quei della prima!

§ 58. Lasciando queste sperienze colle persone, e ritornando a quelle simili, e più semplici, in cui i capi opposti della pila comuni-

Digitized by Google

cano per mezzo di una striscia di carton bagnato, si comprende ora, che coll'aggiungerne mano mano delle altre, i segni all'elettrometro (coll'ajuto del Condensatore), e la scossa andranno bensì diminuendo a proporzione, ma che non finiranno ancora del tutto per un numero assai grande di tali strisce, ove queste trovinsi applicate unicamente a detti capi. Che se vengano al dipiù applicate ai lati, e tutt'al lungo della pila medesima, in guisa di baciare i lembi di tutte, o quasi tutte le sue piastrette; in tal caso scemerà molto più la *tensione* della pila, e molto più deboli saranno le scosse, che potrà dare. Ad ogni modo non diverranno nulle neppur quando avrete fasciata così di cartone, di panno bagnato, o simile tutta la pila, o l'avrete ricoperta intorno di un velo, o strato d'acqua; molto meno quando sia soltanto grondante dell'umore che venga accidentalmente spremuto dai bullettini di cartone bagnato interposti o simili alle coppie metalliche. Cotali strati umidi larghi quanto vi vuole ad involgere tutta la pila, ma poco grossi, non danno dunque ancora sufficiente sfogo ossia libero passaggio alla piena di fluido elettrico, che move da un capo all'altro di essa pila: acciò lo diano, fa d'uopo ingrossarli molto, e poi molto; e allora solamente avviene, che divisa in tante vie cotesta piena passi tutta senza impedimento, o ritardo, almen sensibile.

§ 59. Or dunque il torrente elettrico non iscorre pel solo strato umido interno che veste la pila, ma benanche per i sovrapposti fino ad una larghezza considerabilissima; deviando così in gran parte dal più corto, e retto cammino, e descrivendo molti archi gli uni più grandi degli altri. È facile comprendere del resto, che il numero degli strati umidi involgenti la pila, ossia la grossezza totale richiesta a dar libero e pronto passaggio a codesto torrente elettrico, debbe essere tanto maggiore, quanto più attiva è la pila medesima, ossia maggiore la *tensione* che dispiega, e quindi la quantità di fluido elettrico, che ella mette in corso e che dee in ogni momento farsi strada. Or la sperienza ha mostrato al nostro VOLTA, che la grossezza di un mezzo pollice data allo strato umido involgente, non basta ancora per una buona pila composta di 100. coppie di rame e zinco; e che una di 200. con tal grossa fascia inzuppata non lascia di dare belle e buone scosse alle braccia di chi la tenti.

§ 60. Codesta pila così fasciata, e involta in tutta la sua lunghezza, che ciò non ostante produce la scossa più o men forte, ci fa comprendere in qual maniera l'organo elettrico della Torpedine, il quale

Digitized by Google

rassomiglia così bene alla pila, anzi a molte riunite, come già facemmo osservare in più luoghi, possa anch'esso cagionare simili scosse a chi ne tocca le parti vicine, malgrado che trovisi tal organo involto, e rinchiuso nel corpo dell'animale. Certamente, che una parte del fluido elettrico lanciato dal detto organo, e tendente dall'uno all'altro capo del medesimo, dee scorrere pel corpo del pesce, in ragione della conducibilità delle sue parti, ma non essendo queste, per umide che sieno e succose, deferenti perfetti, nè grosse abbastanza per tradurre tutto quel torrente elettrico (§ prec.), forz'è, che una parte considerabile tenti di scaricarsi fuori del corpo medesimo, e si scarichi infatti attraverso la persona, che si fa a toccare esso corpo in vicinanza dell'uno o dell'altro organo (giacchè sono due), o se provochisi sott'acqua, in parte attraverso questo fluido, e in parte attraverso detta persona. Del resto, se le colonnette a strati, onde son composti tali organi, e le quali sono come altrettante pile, trovinsi per avventura circondate da qualche strato, o coibente, o quasi coibente, anche sottilissimo, da uno strato per esempio pinguedinoso, o da membrane poco umide, oppure non tocchino che per pochi punti a migliori conduttori, e solo le teste, e le basi di tali colonnette vengano applicate largamante a questi, come il VOLTA ama di figurarsi; e siffatta applicazione, in modo di compire il circolo, si eseguisca ad un tratto, come il medesimo deduce dallo sforzo che fa la Torpedine, o comprimendo il dorso, o in altra maniera, quando vibra la scossa: se oltre quest'ultima condizione, che sembra necessaria, e pare dimostrata, se ne ammetta alcuna anche delle altre qui indicate, che non sono destituite di probabilità, ne avremo d'avanzo per la spiegazione, di cui si tratta, comprendendo noi allora, che la minor parte del fluido elettrico lanciato dagli organi della Torpedine debba passare per le membra del di lei corpo, e fare il giro interno, e la maggiore per l'acqua, in cui nuota, e in altri conduttori, che ivi si avvengano vicini, o che la tocchino fuori dell'acqua: nel qual ultimo caso è troppo facile il comprendere che le scosse debbano riuscire molto più forti, come realmente succede.

§ 61. Dopo avere il nostro Autore paragonate le sue pile involte nella veste umida alle Torpedini, che chiudono in seno simili organi elettrici, paragonate, dico, per ciò che riguarda le scosse, che sì le une, che le altre vengono a dare, tentandole fuori dell'acqua; ha cercato di compiere il parallelo col fare, che, come la Tor-

Digitized by Google

pedine, il Gimnoto elettrico, ec., così anche codeste pile portassero le medesime scosse, soltanto più deboli, scaricandosi ossia lanciando il torrente elettrico entro ad una massa d'acqua, portassero, dico, tali scosse ad una persona, che terrebbe le mani tuffate nell'acqua stessa. Senza darsi la pena di congegnare la pila in modo, che immersa anche intieramente, rimanesse in alcun luogo interrotta la comunicazione fralle sue parti, comunicazione che si potesse poi stabilire a volontà, in modo di mettere subitamente in corso il torrente elettrico (il quale giuoco e struttura suppone egli con fondamento che abbia luogo nelle Torpedini, come abbiam qui sopra accennato (§ prec.)): senza ricorrere ad un simile congegno, che esigerebbe molta industria, e incontrerebbe delle difficoltà nell'esecuzione, vi supplì egli con un artificio molto più semplice, e che corrisponde egualmente all'oggetto propostosi. Fece dunque riflesso, che le condizioni della Torpedine immersa nell'acqua, si avrebbero anche per la pila, qualora il corpo di questa, involto in una veste umida, restasse bensì fuori dell'acqua, ma vi mettessero capo immergendovi due grossi fili metallici o lastre procedenti una dall'estremità di essa pila, che tende a versare il fluido elettrico, l'altra dall'estremità, che tende ad ingojarlo. Si scorge infatti, che a questa pila così disposta non manca per tradurre una parte del torrente elettrico nè la veste umida, che rappresenta il corpo della Torpedine, ossia le parti che racchiudono i di lei organi elettrici, nè la massa d'acqua per trasmetterne da un capo all'altro una parte anche maggiore. Che però, se malgrado queste comunicazioni, ed ampj conduttori, ne resta ancora di tal torrente elettrico da scaricarsi lungo le braccia di una persona, che tenga tuffate le mani in quell'acqua, e scuoterle, convien ben dire, che grandissima sia la quantità di detto fluido versato in istanti brevissimi sì dalla pila, che dalla Torpedine (per le quali siccome abbiam veduto le cose camminano in tutto del pari), e che conduttori molto imperfetti sieno i corpi umidi, e l'acqua medesima. Ambedue le quali asserzioni, comprovate da tanti argomenti di fatto, e fecondissime di conseguenze, si confermano sempre più con nuove applicazioni, onde ci si perdonerà, se vi abbiamo già tanto insistito, e ad ogni tratto vi ritorniamo.

§ 62. Venendo più particolarmente al modo di provocare le scariche della pila posta in parità di circostanze, come ora dicevamo, della Torpedine, la qual dia le scosse sott'acqua, comunque essa

Digitized by Google

pila ne rimanga fuori per maggior comodo di sperimentare, ecco una delle maniere facili, con cui ha eseguito il nostro VOLTA le indicate sperienze, e come potrà ognuno ripeterle con successo. Sia una pila grande, e molto attiva, fasciata tutt'al lungo da una grossa pelle umida, od altra simil veste (ciò è per parificarla agli organi della Torpedine involti e rinchiusi nel corpo medesimo di quest'animale) (§ 60.), e trovisi interrotta in qualche sua parte, ma di maniera che si possa togliere, quando si voglia tale interruzione, e congiungere le parti a dovere. Il più comodo è di dividerla in due colonne, e disporle coricate sopra un tavolo in coda l'una all'altra, e separate per picciolo intervallo. Due lunghe lastrette, o fili metallici grossi procedenti dalle rispettive estremità di tal pila interrotta giungano a pescare nell'acqua di un catino qualunque, purchè non di metallo, e vi si tengano alla distanza uno dall'altro di alcuni pollici. In questo catino medesimo tuffi ora le mani una persona, e le porti o al contatto, o vicine rispettivamente a detti conduttori metallici. Così disposte, le cose, ogni volta che chiuderassi ad un tratto il circolo col togliere quella interruzione fralle due colonne della pila, sia mediante un buon conduttore, che vi s'introduca di mezzo, sia adducendo quelle ad un contatto immediato, il che nell'indicata disposizione può farsi col solo avanzarne una di quel picciol tratto, che è frammezzo, e premerla contro l'altra; ecco che le mani tuffate proveranno la scossa: la quale sarà più o meno sensibile secondo le circostanze, più o meno estesa alle braccia, ec.; minore però sempre di molto di quello riuscirebbe, se i fili metallici procedenti dai rispettivi capi della pila si trovassero fuori dell'acqua, e questi toccasse la persona colle mani; siccome accade anche per la Torpedine, la quale dà le scosse molto più gagliarde fuori, che dentro l'acqua, come già si è detto (§ 61.). Il che prova, che dal fluido elettrico messo in corrente dalla nostra pila nelle or descritte sperienze, oltre quella parte che scorre per l'umida veste, che l'involge, come del pari ne scorre pel corpo della Torpedine, che chiude in seno i suoi organi elettrici (§ 60.); oltre il molto dipiù che ne passa pel corto e retto cammino dell'acqua interposta ai due fili metallici pescantivi, e per l'altra acqua circondante largamente essi fili, come egualmente ne passa in abbondanza per l'acqua che circonda la Torpedine immersa; oltre tutti questi ampi disviamenti del torrente elettrico, ne avanza ancora una buona dose, che, come appunto nelle sperienze colla

Digitized by Google

Torpedine medesima, così in queste della pila prende la via meno diretta, e molto più lunga delle mani e braccia della persona, che nel modo indicato tienle tuffate nell'acqua stessa.

§ 63. Un'altra maniera di fare la stessa sperienza, con cui si compiace il VOLTA d'imitare ancor meglio e gli organi della Torpedine, e il processo della medesima per dare la scossa, è la seguente. Pone egli ritte in piedi, e a lato una dell'altra due pile, ed una al rovescio dell'altra, sicchè ne formino una sola quando se ne uniscano le teste. Queste due pile, e meglio se siano in maggior numero, rappresentano così al naturale le colonnette stratificate, ossia tubi ripieni di sottili diaframmi o pellicole sovrapposte ordinatamente le une alle altre, colonnette, che si alzano internamente dal ventre alla schiena di detto pesce, e formano, come si sa, i suoi organi elettrici. Sono tali pile disposte in maniera che un cuojo ben inumidito, che sta sopra le loro teste alquanto sollevato, stabilisce facilmente una buona comunicazione fra loro venendo a combaciarle a dovere, solo che si abbassi un poco. Partono, come nella sperienza precedente i due fili metallici, o lastrette, dalle estremità di tal apparato, e vanno a terminare nell'acqua del catino, in cui la persona, che vuol provare la scossa tien tuffate le mani in vicinanza di essi fili, o lastrette, o meglio al contatto. Or questa scossa succede diffatti ogni volta che togliesi la sopra indicata interruzione, e compiesi il circolo, sia coll'abbassare quel cuojo bagnato, che sta sopra le teste delle pile, tanto che giunga a combaciarle a dovere, sia coll'applicarvi altro buon conduttore. Ognun vede quanto un tale processo di premere ed abbassare detto cuojo umido per far seguire l'indicato combaciamento, e quindi la scossa, s'assomiglia a quello, che si presume operare la Torpedine quando mira a lanciare essa pure la scossa con dare subitamente libero corso al torrente elettrico, cui i suoi organi sono atti per se stessi ad incitare e movere, che è di comprimere il dorso, o comechesia stringere e serrare contro di esso e il ventre tali organi elettrici, onde si effettuino i combaciamenti all'uopo richiesti.

§ 64. Se dopo tutto questo facesse ancor maraviglia a qualcuno che le scariche elettriche, ossia le correnti lanciate sia dalla Torpedine, sia dalla pila entro una massa d'acqua, possano deviare in parte dal tragitto per essa acqua, ed una porzione qualunque prendere la strada, e fare il lungo giro dall'una all'altra mano, che pe-

Digitized by Google

scano nella medesima; se qualcuno volesse argomentare da ciò, che non sia forse vera, e genuina elettricità nè quella della pila, nè quella della Torpedine; o che tale elettricità si comporti per avventura con leggi diverse da quelle che si osservano nell'elettricità comune: o che all'elettricità si associi in questi fenomeni qualche altro agente, lo convincerebbe tosto dell'errore il Fisico tante volte lodato, mostrandogli, che succede lo stesso anche colle scariche delle grandi boccie di Leyden, e batterie. Ha dunque provato il VOLTA, che caricate queste a dovere, se scarichinsi sopra i due fili metallici o lastrette che come nelle precedenti sperienze vengano a pescare nell'acqua, in cui una persona tenga le mani tuffate e approssimate rispettivamente a que' metalli, o meglio li tocchi, fanno sentire la scossa più o men valida ad esse mani, alle braccia, ec. secondo la forza della carica, ed a norma della capacità di esse boccie, e batterie.

§ 65. Fin qui le mani tuffate nell'acqua del catino, e invase da una porzione considerabile del torrente elettrico, spinto sia dalla boccia di Leyden sia dalla pila, e portantesi dall'uno all'altro dei due fili metallici o lastrette che pescano nell'acqua stessa, giungevano al contatto, o a pochissima distanza di codesti metalli: e mirabile pur ne sembrò, che non passasse tutto per l'acqua ad essi direttamente interposta detto torrente elettrico, ma deviasse cotanto, prendendo a scorrere in non piccola porzione pel lungo e obliquo cammino d'ambe le braccia della persona messasi a tal prova, e portandovi una scossa sensibile. Ora ben più mirabile dovrà apparire, che tale deviazione, e tali scosse succedano anche qualora la persona tenga le mani là dentro all'acqua non giustamente frammezzo alle due lastrette o fili metallici pescantivi, e neppure a lato, o vicino ad essi; ma in distanza, fuori cioè della diritta strada, e lungi da essa non poco. Vero è, che quanto maggiore è tal distanza, tanto minor parte del torrente elettrico, che si spande per l'acqua, onde incontrare minor resistenza, arriva alle mani, e scorre per esse, e tanto minore è quindi la scossa, che ne risentono. Ma se la pila è potente molto, o la boccia, che in vece s'adoperi, è grande e caricata fortemente: e se l'acqua del catino trovisi pochissimo conduttrice, qual'è quando è pura, senza sali; può aversi ancora una scossa sensibile tenendo le mani entro esso catino lungi dal diritto sentiero, che mena dall'una lastretta metallica all'altra, un palmo e più; la qual cosa, torniamolo a dire, è ben mirabile: mirabilissimo poi oltre ogni credere che succeda ancora la

Digitized by Google

scossa a tale distanza, ove in vece di fili metallici, o lastrette, siano lamine molto larghe, che peschino nell'acqua.

In alcuna di tali sperienze ha il VOLTA introdotto in una vasca di legno larga un piede circa, e lunga quasi tre, piena d'acqua, due lamine metalliche, che si affacciavano con una superficie ciascuna di 40. e più pollici quadrati, in distanza una dall'altra ora di tutta la larghezza della vasca, or meno, cioè di alcuni pollici solamente. Presentavasi dunque a tradurre il torrente elettrico lanciato o dalla boccia di Leyden fortemente carica, o dalla vigorosa pila, e tendente dall'una all'altra di quelle larghe lamine, presentavasi una colonna d'acqua continua, larga egualmente, cioè 40. e più pollici quadrati; eppure non bastava a tutto trasmettere quel torrente di elettricità, e molto ne scorreva ancora fuori di tale ampia strada, e ne giungeva fino alla distanza da essa di un piede e più, tanto da scuotere sensibilmente le mani quivi tuffate. Qualora poi la scossa riuscisse insensibile alle mani in tanta distanza dalle lamine, per essere o non abbastanza potente la pila, o la boccia di Leyden un poco men carica, o un poco men grande del dovere; non mancavano o la boccia, o la pila di scuotere, e far balzare qualche rana di fresco trucidata, o qualche pezzo della medesima tagliata in quarti, che si tenesse immerso in vece delle mani in quell'acqua, a qualunque distanza da esse lamine metalliche, in una parte p. e. della vasca stando queste affacciate fra loro in parti opposte più lontane. Dal che si rende manifesto, che filo di acqua non vi era in tutta quella massa, che invaso non fosse da qualche porzione della corrente elettrica. E con tutto questo non passava ancor tutta la piena con quella prontezza, e facilità, con cui può passare per un filo sottilissimo di metallo; posto il quale in perfetta comunicazione colle due lastre, sia fuori sia dentro l'acqua, ossia tirato dall'una all'altra senza alcuna discontinuità metallica, non sentono più scossa alcuna nè mani, nè rane, in qualunque luogo di quell'acqua trovinsi immerse, anche al contatto dell'una o dell'altra di dette lastre, o del filo metallico, che le unisce, quando si fa sopra di esse lastre la scarica elettrica della pila, o della boccia: nulla, dico, risentono le mani, o le rane tuffate, allorchè comunicano fra loro le due lastre per mezzo di un filo metallico anche sottilissimo; a meno che sia la scarica elettrica troppo forte, e capace di quasi arroventare esso filo.

Quanto poco conduttrice è dunque l'acqua, (convien pure ri-

Digitized by Google

peterlo) in paragone dei metalli: calcolando da quanto debb'essere più spaziosa la strada nell'acqua, che in un metallo qualunque, per lasciar passare con eguale facilità e prontezza un grosso torrente elettrico, ossia una data quantità di questo fluido in egual tempo, dobbiam dire che sia non centinaja, non migliaja, ma milioni di volte meno conduttrice quella che questi.

§ 66. Simili sperienze alle ora descritte possono farsi come ne insegna l'istesso VOLTA adoperando invece dei catini, o vasche piene d'acqua, panni, cartoni, od altri corpi imbevutine copiosamente. Applichinsi per esempio ad una tovaglia, o tappeto ben bagnato due piastre metalliche grandi o picciole, come si vuole, in distanza di alcuni pollici una dall'altra, e sopra questa o quella si erga in piedi una buona pila, o posi una boccia di Leyden ben carica (si può anche far senza di questa piastretta, tenendone luogo sia il primo piattello, o base di essa pila, sia l'esterna armatura di tal boccia); quindi una o più persone applichino le palme delle mani allo stesso panno bagnato, ora frammezzo, e in dirittura di quelle piastre, or fuori di tal direzione, e a diverse distanze: all'atto, che con un arco metallico facendosi comunicare la testa della pila, o l'uncino della boccia a quell'altra piastretta, seguirà la scarica, e avrà luogo la corrente elettrica, che dee passare pel panno bagnato, si proveranno le scosse dalla persona, o persone, che stanno colle mani applicate al panno medesimo; scosse più deboli a proporzione che tali contatti delle mani si fanno a maggiore distanza dalle piastre; e solo mancheranno a distanze molto grandi, a quelle per avventura di 2. piedi, o più: alle quali, e più oltre ancora, potranno venire scosse delle rane o intiere, o tagliate per metà, o fatte in quarti. Curioso spettacolo sarà, sparse trovandosi quà e là sul panno bagnato, che copra un tavolo intiero, diverse rane, quali trucidate soltanto, e scorticate, quali fatte in brani, dove ambedue le coscie colle gambe, e dove una gamba sola, ec. vederle convellersi, e balzare, qual più, qual meno, secondo che giacciono vicine o lontane alle piastre metalliche applicate allo stesso panno bagnato; veder tali bizzarri movimenti, e convulsioni per ogni scarica elettrica della boccia o dell'elettromotore portata sopra ad esse lastre è un'evidente riprova, che passando dall'una all'altra di contro il torrente elettrico, dee, per incontrare minore resistenza, spandersi per tutto quello strato umido intorno e percorrerne ogni via.

Digitized by Google

Cotesti pezzi troncati di rana, coteste gambe di fresco recise, e snudate della pelle, e molto più le rane preparate alla maniera di GALVANI sono così eccitabili, che poste sul panno bagnato non troppo lungi dall'una o dall'altra piastra, e da qualsisia parte, si convellono, e balzano anche per una debole scarica sopra queste di una picciola boccetta, anche per quella di un Elettromotore di poche coppie metalliche, cioè di quattro solamente piattelli doppj di rame e zinco, di tre, di due, e fino di una sola coppia; e quindi anche nel caso, che non vi siano che le due piastre applicate al panno bagnato, una d'oro, d'argento, o di rame, l'altra di stagno, o meglio assai di zinco, e si facciano queste comunicare per mezzo di un arco metallico qualunque. Nè già solo si riesce in tali prove delle rane tagliate ponendole frammezzo, o a lato delle due piastre d'argento e zinco sul panno bagnato, o in altra maniera a fior d'acqua, ma anche tenendo e queste e quelle intieramente sott'acqua, nel fondo per esempio di un catino; avvegnachè men facilmente, ed a minore distanza si ottengano in quest'ultima maniera quelle curiose convulsioni.

§ 67. In tutte le sperienze di questo genere abbiam supposto, che l'acqua del catino, e quella di cui trovansi inzuppati la tovaglia, il tappeto, od altro strato qualunque, trovisi sufficientemente pura, com'è l'acqua comune di pozzo, o di fontana. Che s'ella sia purissima, quale la piovana, o la distillata, molto più imperfetta mostrandosi la sua virtù conduttrice, riusciranno vieppiù ampj gli allargamenti per essa, e le deviazioni della corrente elettrica spintavi o dalla boccia carica o dalla pila, e tendente dall'una all'altra delle lamine metalliche poste a combaciamento dell'acqua medesima: per il che accadranno le scosse nelle mani, le convulsioni nelle rane intiere, o tagliate, ec. molto più risentite, ed accadranno sibbene per cariche meno forti. All'incontro se l'acqua tenga sciolto qualche sale, in dose anche picciola, tanto che appena se ne senta dalla lingua il sapore, resa quella con ciò assai più *deferente* (mirabil cosa invero, giacchè i sali concreti, cioè i muriati, i solfati, i nitrati, ec. in istato solido, sono anzi *coibenti*, che deferenti, o deferenti ben più cattivi dell'acqua) offrirà assai più facile, e spedito il passaggio al torrente elettrico, nè lo obbligherà a tante, e sì grandi deviazioni; per il che le mani immerse in tal acqua non rileveranno che scosse di gran lunga più deboli di quelle che si hanno nell'acqua schietta, e solo qualora tengansi entro quel bagno un poco salato, o al contatto, o in grande

Digitized by Google

vicinanza delle lastre metalliche, dall'una delle quali scorre esso torrente elettrico all'altra attraverso il bagno medesimo. Ecco· il caso (cade qui in acconcio di far ciò osservare) della Torpedine nell'acqua salsa marina, cui convien toccare in qualche parte del corpo vicino alla schiena, od approssimarvi almeno la mano o nuda, o armata d'un buon conduttore, se si ha a sentire la scossa: la quale pure riuscirebbe assai più forte in un bagno d'acqua non salsa.

Progredendo in queste sperienze, che si è compiaciuto di comunicarci il nostro VOLTA, come dicemmo, accrescasi la dose di sale nell'acqua a segno, che se ne senta molto più il sapore, ancorchè ve ne manchi tuttavia non poco al termine di saturazione: allora non più scosse sensibili alle mani tuffatevi, neppure se trovinsi di mezzo alle due lastre, sul diritto sentiero cioè, che mena dall'una all'altra, molto meno se fuori di tale retta strada. In questo caso adunque il torrente elettrico preferendo la via dell'acqua ben salata, più conduttrice che non siano le parti solide, e gli umori delle mani, non le invade nel suo tragitto, come quando l'acqua è semplice, o poco salata, e le schiva piuttosto. Non è già, che una porzione di tal corrente non passi pure per esse mani anche in tal acqua ben salata; ma ella è troppa picciola in paragone della copia di fluido elettrico, che tragitta per quell'acqua più deferente, come ora si è detto; onde non riescono sensibili le scosse per le scariche di boccie di Leyden mezzane, e mediocremente cariche (come sarebbe a 15. o 20. gradi del quadrante-elettrometro), o di pile poco grandi, e poco attive (es. gr. di 40. o 50. coppie di rame e zinco); ma impiegandovi o pile assai più composte e potenti, o boccie molto capaci caricate fortemente, o meglio batterie di boccie, qualche scossa non mancherà di sentirsi, e potrà anco riuscir grave in detta acqua carica di sale. Questo è certissimo, che sarà sempre incomparabilmente meno sensibile, che nell'acqua comune non salata, e massime che nella piovana, o distillata.

§ 68. Avvegnachè entro all'acqua semplice naturale, e meglio entro alla distillata più pura, ricevano le mani nelle sperienze, di cui si tratta, scosse abbastanza forti anche da boccie di Leyden nè molto capaci, nè fortissimamente cariche (ai 20. gradi per es. qui sopra notati), ed anche da pile non gran fatto attive, formate di un numero non molto grande di strati (cioè di 40. 50. 60. coppie di rame e zinco); richiedesi però sempre a dare in tal modo alle mani

Digitized by Google

sott'acqua una scossa di egual polso, o carica molto più forte, o assai maggiore capacità delle boccie, o pila molto più numerosa di strati, che non a darla fuori dell'acqua, altrimenti con cariche, o *tensioni* eguali la scossa riesce di gran lunga più debole: e se ne comprende facilmente la ragione da ciò che si è già detto, e spiegato; cioè che in quelle sperienze una porzione solamente del torrente elettrico passa per le mani, che stanno nel bagno d'acqua, ed il resto segue la strada di essa acqua; laddove in queste senza un tal bagno, tutto il detto torrente non ha altro passaggio, che per le mani.

§ 69. Riguardo alla quale diversità delle scosse portate alle mani nei due diversi modi indicati, e riguardo alle condizioni, per le boccie di Leyden e batterie, sì della capacità loro, che dell'intensità delle cariche, e per le pile, (supposte di buona forma, e in ottimo stato) della loro *tensione* dipendente dalla qualità, e numero de' pezzi onde sono composte, per aver pure qualche cosa di determinato all'incirca, si è fatto il nostro infaticabile e sagace sperimentatore a moltiplicare le ricerche, e ne ha avuto i seguenti risultati.

Una boccia, o giara di vetro sottile, avente un piede quadrato di armatura, fa già sentire qualche scossarella a un dito solo, che o bagnato tocchi immediatamente la di lei armatura esteriore, o vi comunichi per mezzo dell'acqua di una tazza, in cui peschi una lastretta metallica prolungata al contatto di essa armatura, mentre con altra larga lamina metallica impugnata strettamente dall'altra mano ben umida si viene a toccare l'armatura interna, ossia l'uncino, che ne sporge, fa sentire, dico, tentata in questo modo che serve molto bene all'intento come si è già detto altrove (§ 49.), una scossarella al primo nodo di quel dito, se dessa boccia abbia la carica di ½ grado solamente dell'elettrometro a paglie sottili (§ cit.), e per quelle di 4. 6. 8. 10. gradi porta la commozione discretamente forte a tutto il dito, ai carpi di ambe le mani, e fino ai gomiti. Ora la stessa boccia vuol esser carica a 5 gradi circa per iscuotere nell'istesso modo il dito, cioè così debolmente che appena si senta, e carica a poco meno di 100. gradi dell'istesso elettrometro a paglie, ossia a 6. circa di quello a quadrante per dare una scossa discretamente forte che giunga ai gomiti, quando nell'altra maniera qui sopra descritta stanno esse mani nell'acqua dello stesso catino, in cui pescano le due lastre, sopra le quali viene a farsi la scarica. Una batteria invece di 10. 15. 20. piedi quadrati di armatura può far sentire

Digitized by Google

eguale scossa, ed anche maggiore alle mani similmente tuffate nel comune catino, caricata a 12. 15. 20. gradi del medesimo elettrometro a paglie sottili. Che se scarichisi toccandola acconciamente, senza che vi sia tal bagno comune, senza cioè l'acqua che faccia comunicazione tralle opposte armature, una carica di 1. grado solo, o poco più darà una scossa discretamente forte, e finalmente basterà per darne una debolissima sensibile appena ad un dito la carica di $^1/_{10}$, di $^1/_{12}$, di $^1/_{16}$ di grado (come ricavasi dai §§ 49.-51.).

Dietro tali risultati, che ci offrono le sperienze di VOLTA, eseguite già da qualche anno, e comunicateci non ha molto, possiamo inferire, che per batterie di 100. 150. 200. piedi quadrati di armatura basterebbero le cariche di 3. o 4. gradi per iscuotere nell'istesso modo sott'acqua le mani, e portar la commozione fino alle braccia; quelle di $^1/_3$ di grado circa per dare l'istessa scossa forte ed estesa senza il bagno continuo; e finalmente di $^1/_{40}$, $^1/_{50}$, o $^1/_{60}$ di grado per darla in cotesta maniera debolissima, appena sensibile a un dito.

§ 70. Insomma le prove fatte hanno mostrato richiedersi per le boccie di Leyden, e per le batterie, che le cariche o *tensioni* elettriche sieno circa 10. volte maggiori, se hanno a dare alle mani, o ai semplici due diti tuffati nel bagno comunicante ad ambe le armature metalliche, scosse eguali a quelle che danno senza tal bagno continuato: il che ha luogo egualmente per gli Elettromotori. Infatti se pile di sole 4. coppie rame, e zinco interpolate da bullettini ben intrisi di acqua salata, possono far sentire una leggerissima commozione allorchè una sola delle estremità di tale pila comunica per mezzo di qualche lastretta o grosso filo metallico coll'acqua in cui pesca esso dito, e si viene quinci a toccare l'altra estremità con un metallo impugnato dall'altra mano, che sia umida; vi vogliono poi pile di 40. coppie circa, per produrre simili debolissime commozioni ne' diti tuffati nell'acqua di un vaso, in cui venga a metter capo, oltre la lastretta procedente da un capo della pila, anche una altra, la quale poi con un arco conduttore parimente metallico si faccia comunicare all'altro capo della pila medesima: e se le pile di 20. coppie metalliche, di 40. di 60. ec., (sempre inteso, che siano ben costrutte, e in ottimo stato) valgono in quella prima maniera a dare scosse più che mediocri, che si estendono ai carpi, ai gomiti, alle spalle; vi vuole perchè producano altrettanto in quest'altra maniera, che contino 200. 400. 600. coppie, ec.

Digitized by Google

Questi risultati si sono avuti coll'acque comuni de' pozzi, e delle fontane, non mai scevre affatto di sali. Coll'acqua distillata più pura, e quindi assai meno deferente, abbiam già notato (§ 67.) richiedersi molto meno di carica, perchè le mani, o i diti, o le rane ec. risentano in tale bagno la scossa, che non nell'altro di acqua comune. Or qui diremo, che vuol essere non già 10. volte circa, ma 2. o 3. solamente maggiore la carica elettrica di quella, che si fa sentire senza il bagno. All'opposto coll'acqua ben salata, incomparabilmente più conducevole, come più volte abbiam fatto rimarcare, vi vuole carica assai più forte (ivi): non solo dunque 10. volte maggiore, ma 60. 80. 100. ed oltre. Così, se senza il bagno basta a far sentire qualche scossa a un dito la carica in una boccia di Leyden di un piede quadrato di armatura di $\frac{1}{2}$ grado dell'elettrometro a paglie sottili, e nelle prove col bagno di acqua di pozzo di 2. a 3. gradi (§ 69.), provando coll'acqua pregna di sale, basteranno appena le cariche dell'istessa boccia di 15. a 20. gradi del quadrante elettrometro, che valgono 240. a 320. gr. di quello a paglie.

§ 71. Una cosa, che merita osservazione in queste sperienze delle commozioni portate alle mani, che pescano nella stessa acqua attraverso la quale passa la scarica elettrica, si è, che le braccia vengono per lo più scosse ben poco in paragone delle mani, e massime della parte di esse immersa. La ragione di ciò debb'essere, che non tutta la porzione del torrente elettrico, la quale tragittando per l'acqua invade l'una mano tuffatavi; ma una parte soltanto di questa porzione prende a fare il lungo giro delle braccia per giungere all'altra mano, mentre la più gran parte si porta attraversando largamente quella e questa mano, e l'acqua di mezzo, per la più corta via dall'un termine all'altro, i quali termini sone le lastre in essa acqua pescanti nelle sperienze sopra descritte colle boccie di Leyden e colle pile, e in quelle colla Torpedine, i capi de' suoi organi elettrici, cioè la schiena ed il ventre. Da questo torrente di fluido elettrico, che attraversa così l'acqua interposta, affettando più d'ogni altro il diritto cammino, ma insieme prendendo, per facilitarsi il passaggio, anche altre strade laterali, e oblique, ossia spandendosi molto in largo, come abbiam fatto osservare, viene scossa anche una mano sola, o un dito, che pescando in essa acqua trovisi su una delle vie di tal tragitto, e massime sulla diritta, o su qualcuna delle più vicine. Questa scossa in parità di forza riesce più dolorosa alla

Digitized by Google

mano, o almeno più ingrata di quelle, che provansi quando nelle altre maniere la corrente elettrica fa tutto il giro delle braccia: essa mano è compresa da un certo senso di costrizione, e da un intormentimento, che non può spiegarsi, se non si prova; e questo non resta già confinato alla sola mano, o parte di lei immersa, ma ove il torrente elettrico sia molto grande e poderoso, si estende per consenso più o meno su per il braccio. Che se replichinsi con molta frequenza cotali commozioni, come accade per lo più colla Torpedine, cui non si cessi di tentare, e stuzzicare; e come ad imitazione può farsi anche più facilmente colle pile, nasce nella mano, ed anche nel braccio quel formicolamento, lassezza, e stupore, che ha fatto dare appunto il nome di Torpedine a quel pesce.

§ 72. Colle boccie di Leyden, e batterie può benissimo imitarsi ciascuna commozione, ma non la serie frequente di molte, dovendosi per ogni volta ricaricare esse boccie coll'azione di altri stromenti (con qualche o macchina elettrica ordinaria, od elettroforo), e coll'impiego di un tempo notabile. In ciò solo differiscono l'azione, e gli effetti delle boccie di Leyden, e batterie, da quelli delle Torpedini, e degli Elettromotori di VOLTA, i quali per propria forza si caricano, e appena scaricati si ricaricano da se stessi all'istante; ossia tendono continuamente a vomitar fuora da un capo, e ad ingojare coll'altro gran copia di fluido elettrico: con che, ove stabiliscasi una comunicazione non interrotta di conduttori abbastanza buoni, movono, e mantengono una corrente rapida, e incessante, come tante volte si è detto. Ma per ciò che è delle singole scariche momentanee, o a meglio dire limitate ad un tempo brevissimo (nel qual senso abbiamo spiegato (v. l'art.° 3.°), che abbia ad intendersi per momentaneo in qualsivoglia scarica), ogni effetto, ogni accidente è perfettamente eguale, provengano esse scariche da batterie, da pile, da Torpedini; o almeno non ve n'è nessuno di quelli delle pile, che non possa imitarsi colle batterie, come ampiamente abbiam veduto. Que' soli effetti non possono queste imitare, i quali tengono alla continuazione, e durata della corrente elettrica per un tempo sensibile; come il bruciore nelle parti molto delicate (sebbene anche questo possa ottenersi dalle grandi boccie, o batterie, caricandolo a un grado un poco più alto, e rallentandone alquanto la scarica, sicchè duri un tempo notabile, coll'interposizione di qualche men buon conduttore nel circolo): le sensazioni di sapore sulla lingua,

Digitized by Google

ed altre alterazioni ne' corpi vivi, o morti, delle quali parleremo in altro articolo; e quelle più stupende ancora fuori del regno animale, intorno a cui pure ci tratterremo di proposito.

§ 73. Conchiudiamo dunque, che non solo il parallelo delle batterie colle pile, od Elettromotori di quasisia forma è compito, ma ancora quello delle pile colle Torpedini, come ci mostrò con tante sperienze, ed osservazioni il nostro VOLTA.

ARTICOLO VI.

Degli effetti, che oltre le scosse, producono gli Elettromotori sopra gli organi animali e particolarmente sopra quelli de' sensi.

§ 74. Ci siamo molto estesi nel confronto delle scariche, e correnti elettriche provenienti dalle batterie, e dagli apparati Elettro-motori, perchè oltre allo schiarire alcuni punti finora poco intesi di elettrometria, un tal confronto porta l'ultima convinzione, che tutta l'azione di questi apparati (chiamisi pur *galvanica*, che poco finalmente importa del nome) consiste in una vera, genuina, e semplice elettricità: in quella elettricità, la quale esperienze dirette dimostrano eccitarsi pel solo mutuo contatto di conduttori diversi, singolarmente metallici. Codesta elettricità si è veduto infatti, col parallelo delle batterie caricate agli stessi gradi, essere più che sufficiente a produrre i così detti *fenomeni galvanici*, segnatamente le commozioni; le quali, convien pur dirlo ancora, solo per mancanza di cognizione dei principj di elettrometria, hanno potuto sembrare troppo forti in paragone degli altri segni elettrici: solo perchè non si è saputo, o non si è considerato, che anche le boccie di Leyden molto capaci, e meglio le grandi batterie possono dare scosse gagliarde con cariche debolissime, e fino insensibili al più delicato elettrometro: e che appunto a batterie d'immensa capacità debbono paragonarsi gli Elettromotori Voltiani per riguardo alla durata della scarica, ossia continuazione della corrente elettrica. Conviene ora trattenerci un altro poco intorno all'efficacia di tal corrente elettrica continuata nel dare le commozioni, e alla gravezza di queste, prima di passare a considerare particolarmente anche altri effetti della medesima sopra diverse parti del corpo animale, e singolarmete sopra

Digitized by Google

gl'organi de' sensi: ciò che formerà il soggetto principale del presente articolo.

§ 75. Cotesta efficacia in produrre scosse, eccitare contrazioni muscolari, e moti convulsivi, si rileva già dalle sperienze galvaniche propriamente dette, cioè da quelle prime, in cui non s'impiegavano che due pezzi metallici applicati un quà l'altro là ad alcuni punti de' nervi o muscoli dell'animale, e fatti quindi comunicare tra loro, o immediatamente, o per mezzo di un terzo metallo qual arco conduttore. In queste sperienze del primitivo galvanismo bastava a convellere i membri di una rana, o i muscoli di altro animale anche grande, i quali si trovassero convenientemente spogliati degli integumenti, o meglio presentassero a nudo i loro nervi, bastava, come si è veduto, che i due metalli applicati fossero di specie diversa. Per una rana poi molto vivace e preparata di tutto punto alla nota maniera di GALVANI bastavano anche due pezzi di metallo della medesima specie, resi soltanto per qualche o interna od esterna modificazione eterogenei. Che se adopravansi a tal uopo due metalli fra i più diversi sotto questo rapporto, e quindi più attivi, quali sono l'oro , o l'argento affrontati allo stagno, e molto meglio allo zinco, in tal caso anche una rana trucidata sibbene, ma nè sventrata, nè scorticata pure, un'anguilla similmente intiera e intatta, una sanguisuga, un lombrico, ec. quegli animali insomma, i cui muscoli e nervi inservienti al moto sono coperti da pochi integumenti, da sottil pelle irrorata abbondantemente da umore interno, e bagnata anche al di fuori, tutti questi, ove venissero applicati convenientemente a diverse parti del loro corpo i detti due metalli a foggia di armature, e vi si portasse indi la necessaria comunicazione con un arco metallico qualunque, onde compire il circolo, venivan presi da convulsioni più o meno violente. Or qual è mai il grado di *tensione elettrica*, che induce il contatto dell'oro o dell'argento collo zinco? Il nostro VOLTA ce lo ha mostrato (v. il 2°. Articolo): egli è appena di $^1/_{60}$ di grado del suo elettrometro a paglie sottilissime: e quale quella dell'istesso oro od argento collo stagno? Quasi della metà minore: sicchè può valutarsi di $^1/_{100}$ di grado. Eppure, una sì picciola *tensione*, di cui appena si può aver segno al più delicato elettrometro coll'ajuto di un buon Condensatore, è valevole a convellere muscoli, e scuotere membri intieri di animali anche grandicelli in una maniera così marcata. La cosa è invero maravigliosa, e sarebbe affatto inconce-

Digitized by Google

pibile, se oltre alla considerazione della somma eccitabilità delle fibre nervee e muscolari allo stimolo elettrico, non si facesse ancora riflesso, che una tal debole *tensione* sostenendosi costante, e persistendo sempre, move di continuo, e mantiene una corrente elettrica pur incessante, la quale porta nei molti successivi istanti, di cui è composto un tempo anche brevissimo, che noi non sapremmo misurare, altrettante successive impressioni sugli organi, che tragittando attraversa, ciascuna delle quali per se sola sarebbe per l'estrema debolezza impercettibile, ma che accumulate, confuse in certo modo in una impressione sola, riescono sensibili.

Questa spiegazione, che abbiamo già data con maggiore ampiezza, e corredo di prove non meno, che di riflessioni in uno de' precedenti articoli, essendo caduto in acconcio di presentarla qui di nuovo in succinto, e parendoci di somma importanza, nè da altri prima del VOLTA, a cui la dobbiamo, essendo stata proposta e sviluppata, speriamo, che non ci si farà carico di una tal ripetizione.

§ 76. Or s'ella è tanto efficace la corrente elettrica mossa e mantenuta dalle debolissime *tensioni* di $^1/_{60}$ o di $^1/_{100}$ di grado, quali son quelle, che nascono dal contatto di un solo pezzo di argento con uno di zinco, o di stagno, ossia da un apparato *Elettro-motore* (che tale egli è veramente) *semplicissimo;* quanto più efficaci avverrà che sieno le correnti mosse pur di continuo da apparati composti di una serie ordinata di simili coppie metalliche interpolate da buoni conduttori umidi; s'egli è pur vero come si è detto, e provato diffusamente (nell'articolo 2°.) che la *tensione* elettrica è proporzionale appunto al numero di esse coppie? Lo saranno a segno, che basteranno a scuotere alcun poco un dito delle nostre mani intinto nell'acqua, 3. 4. o 5. coppie al più di zinco e argento, od anche di zinco e rame: così è una pila formata di 4. soli articoli, o gruppi, ciascuno di rame, zinco, e cartone imbevuto d'acqua salata, la *tensione* della qual pila giunge al più ad $^1/_{16}$ di grado del solito elettrometro a paglie può far sentire qualche commozione a un dito, come notato già abbiamo in più d'un luogo: quelle poi composte di 10. 20. 30. ec. simili gruppi, con che la *tensione* elettrica non arriva ancora, o appena ad $^1/_6$ $^1/_3$ $^1/_2$ di grado ec. faran sentire la commozione a membri, e corpi intieri di animali anche i più grossi, senza punto averne snudati nervi o muscoli, senza alcuna preparazione di parti; alle mani, e braccia di una o più persone; ne convelleranno i muscoli della faccia, se si facciano questi entrare nel circolo, ec.

Digitized by Google

§ 77. Giudichisi pertanto degli effetti, che potranno produrre apparati più grandi, come di 60. 80. 100. gruppi, la *tensione* dei quali Elettromotori arrivando ad 1. grado e più, è già sensibile all'elettrometro a dirittura senza l'ajuto cioè del Condensatore. Non ci maraviglieremo dunque, che le scosse allora veementi si estendano alle spalle, al petto, ed anche a tutto il corpo di una o più persone; e che assoggettandovi de' piccioli animali, es. gr. lucertole, rane, uccelletti, si giunga in breve tempo ad ucciderli. È curioso il vedere come le rane ai primi colpi, che loro si danno cogli alternati toccamenti di una assai forte pila, si dibattono, e gonfiano prodigiosamente; e ai successivi colpi, oppur sotto l'azione continuata della corrente elettrica di essa pila, si sgonfiano, si stirano, e in pochi momenti muojono, ridotti i loro muscoli sì flosci, e inerti, che nulla più si mostrano eccitabili agli stessi stimoli elettrici più gagliardi (a differenza dei muscoli degli stessi, o di altri animali, che siano stati trucidati, o colpiti da altra morte violenta; giacchè in tal caso rimangono essi muscoli lunga pezza ancora atti a convellersi per alcuni stimoli, e massime per l'elettrico, ch'è il più efficace di tutti), e pendono ad una pronta corruzione. Lo stesso era già stato osservato avvenire ad esse rane, e ad altri animali, condotti a morte da una, o più scariche elettriche di grandi boccie di Leyden. Ciò prova, che quell'azione poderosa dell'Elettro-motore, egualmente che questa delle boccie, quand'anche non cagioni uno sfacelo, od un'intiera disorganizzazione, col portare un eccitamento agl'organi dell'animaletto al di là di quello possono essi sostenere, non solamente ha tolta a lui la vita, ma esausta e consunta in sì breve tempo ogni vitalità.

Dobbiamo queste sperienze, ed osservazioni sulle rane uccise coll'azione della pila particolarmente al Professore BRUGNATELLI di Pavia, che le ha comunicate già da qualche anno al suo collega, ed amico VOLTA.

§ 78. Venendo ora alle impressioni portate dall'azione incessante degli apparati Elettro-motori sugli organi dei sensi, egli è ben naturale, che anche queste riescano, non altrimenti che quelle portate sugli organi del moto, che abbiam considerate fin qui, tanto più forti, quanto cotali apparati trovandosi composti d'un maggior numero di gruppi (ossia coppie metalliche ben assortite, col rispettivo strato umido fra coppia e coppia) mostransi più attivi. Così dunque le sensazioni di sapore sulla lingua, e di chiarore negli occhi, che già

Digitized by Google

otteneansi con due soli metalli, i quali fossero abbastanza diversi, applicandoli ne' dovuti modi, conforme aveva scoperto, ed insegnato il nostro VOLTA, riescono più vive e intense adoperando un apparato formato di 2. 3. 4. ec. di tali coppie metalliche, o gruppi; non però vengono ingrandite a proporzione, nè quanto si sarebbe potuto aspettare. Che se quest'apparato sia, per un buon numero di dette coppie, più che discretamente attivo, la sensazione di sapore sull'apice della lingua confondesi facilmente con quella di un vivo pizzicore, o dolor pungente, accompagnato da scossa alla lingua medesima.

§ 79. Per ciò che è del bruciore nelle altre parti delicate, e sensibili del corpo, esso tarda più o meno a farsi sentire, se l'apparato non contiene più di 12., 15. o 20. coppie di rame e zinco, o se, contenendone anche un maggior numero, gli strati umidi interposti non sono abbastanza buoni conduttori, o per non essere es. gr. sufficientemente inzuppati i bullettini della pila, o per esserlo di acqua semplice non salata, e se la pelle, a cui si fa toccare un'estremità di esso apparato, è asciutta troppo. Applicando per esempio a qualsisia parte del volto un capo della pila, od un conduttore metallico procedente da esso capo, mentre con una mano umida, o meglio con ambedue, si mantiene la conveniente ampia comunicazione col capo opposto, spunta tosto, se la pelle trovisi abbastanza molle, umida di sudore, o meglio bagnata, se no, dopo alcuni secondi solamente, spunta un più o men vivo bruciore sulla parte del volto toccata, secondo che questa è la palpebra, il naso, la fronte, la guancia, o il mento; e nell'istesso tempo appare negl'occhi un chiaro fulgore, o come un cerchio luminoso, tanto più vivo, quanto la parte del volto toccata è più vicina all'occhio, e molto più ancora se sia il bulbo medesimo dell'occhio.

§ 80. Questo fulgore, o lampo è passeggiero, rinnovandosi però leggermente qualunque volta s'interrompa ad un tratto la comunicazione, ossia il circolo: il che accade per un riflusso della corrente elettrica subitamente arrestata per tal interruzione. All'incontro il bruciore continua, e si fa anzi più intenso e penetrante, persistendo nel contatto, finchè la corrente elettrica non venga interrotta. Che se la pila sia di 40. o più coppie di rame e zinco, e nel miglior ordine per ben agire, il bruciore simile a morsicatura si fa sentire all'istante ancor che sia asciutta la pelle del volto toccata; ed alla prima è già

Digitized by Google

così rabbioso, che la durata ne diviene insopportabile. Compajono anche, continuando o ripetendo più volte la prova, in breve tempo delle macchie rosse più o meno larghe sulla pelle così irritata, e fino de' bottoncini, in modo che si ha presso a poco l'effetto di un rubefacente. Finalmente se la parte, non che aver la pelle molle, o bagnata, ne sia spoglia, sicchè appaja a nudo la carne viva, se sia tocca da ferita, o piaga, se vi si trovi qualunque più picciola lacerazione, allora siccome una coppia sola di metalli ben assortiti, ed applicati convenientemente basta già ad eccitarvi un bruciore più o men vivo, e pungente (§ 2.), così poi non è meraviglia, che un apparato composto di più coppie vi cagioni dolori acutissimi, ed uno spasimo insoffribile.

§ 81. È cosa invero curiosa, che il bruciore cagionato dall'estremità della pila, che manifesta l'*elettricità negativa*, cioè che tira a sè il fluido elettrico, sia molto più forte, e penetrante di quello che cagiona l'estremità dotata dell'*elettricità positiva*, ossia che caccia avanti esso fluido; laddove per le sensazioni di sapore è tutt'al contrario, riuscendo assai più vivo, e intenso il *sapor acido dell'elettricità positiva*, che l'*alcalino della negativa*. Cotal differenza nel bruciore, ossia dolor piccante prodotte dall'una, o dall'altra estremità della pila, va oltre al doppio, e al triplo, sebbene la *tensione elettrica* sia di egual forza, giudice l'elettrometro, ed eguale quindi la velocità della corrente, che sorte dall'un capo, ed entra nell'altro. Del resto anche nelle altre sperienze di elettricità colle ordinarie macchine, boccie di Leyden, ec. si prova, che le scintille sono più piccanti e dolorose alle parti del nostro corpo, ove ne sortano, che ove vi entrino. E qual ne è mai la cagione? Questa tiene a qualche legge dell'economia animale, che non conosciamo, onde ci è impossibile di dare una spiegazione adeguata al fenomeno, di cui si tratta; e le congetture, che potremmo formare, son troppo vaghe, e incerte.

§ 82. È pur difficile a spiegarsi quest'altro fenomeno dell'elettricità applicata alla macchina animale che abbiam già avuto occasione di accennare, cioè che la commozione prodotta ne' membri che fanno tutto, o parte dell'arco conduttore dall'una all'altra estremità dell'apparato Elettromotore, sia istantanea, e passaggiera, malgrado che continuando la stessa comunicazione, ossia mantenendosi compito il circolo, continui pure la corrente elettrica coll'istesso tenore. E come dunque convellonsi tanto fortemente le fibre irrita-

Digitized by Google

bili de' muscoli massime volontarj alla prima invasione di tal corrente, e nulla in seguito, continuando pur ad esserne percorse? Come, e perchè, dopo la prima contrazione si rilasciano que' muscoli, nè più si contraggono sotto l'istesso potente stimolo elettrico, che non cessa d'investirli? I nervi sensibili del gusto, e del tatto rispondono alla continuazione della corrente elettrica colle rispettive sensazioni di sapore, e di dolore, continuate, ed anzi crescenti, come abbiam veduto, Perchè, torniamolo a domandare, le commozioni, o contrazioni dei muscoli del moto, sottoposti alla medesima corrente elettrica continua, nè durano, nè si rinnovano frequenti a guisa di tetano, ed è mestieri per farle ricomparire, che s'interrompa ciascuna volta, e si chiuda di nuovo il circolo conduttore? Non si risentono dunque in alcun modo tali organi, ossia muscoli del moto, per la continuazione della corrente elettrica, anche la più copiosa e rapida? Non si può dir questo: giacchè sebbene non compajano, dopo la prima, altre commozioni marcate, si eccita però, quando l'apparato Elettromotore è de' più attivi, un certo fremito, o costrizione ne' membri sottoposti alla sua azione, che dura senza rilascio, e cessa soltanto col rompere il circolo, ed arrestare la corrente elettrica. Anzi da tale eccitamento continuo soffrono non che i nervi muscolari de' moti volontarj, ma tutti gli organi vitali a segno, che se sia quello forte abbastanza, venendo da una buona pila di 100. o più gruppi, le rane ed altri piccioli animali non possono sostenerlo, e rimangono in pochi momenti privi di vita non solo, ma spogliati ben anche d'ogni resto di vitalità, come abbiam poco sopra veduto (§ 77.).

§ 83. Ma anche la corrente men rapida di un apparato composto di poche coppie metalliche non lascia di alterare alla lunga insignemente, ed in un modo singolare quelle stesse parti, che dopo la prima commozione parea che nulla più soffrissero. Valga per molti un solo esempio, che ci fornisce il tante volte lodato nostro Volta. Pone egli le gambe di una rana tagliata per mezzo il corpo a cavalcione di due bicchieri pieni di acqua, e gli introduce nel circolo di uno de' suoi apparati a corona di tazze, in numero di 20. o 30. Al chiudersi di questo circolo, tosto quelle gambe balzano con grand'impeto a segno di slanciarsi quasi intieramente fuor de' bicchieri, dopo il qual primo salto non ne danno più, nè manifestano alcuna commozione violenta se non vengasi come che sia ad aprire e chiudere di nuovo il circolo. Rimanendo dunque quiete nella lor acqua, pare che

Digitized by Google

nulla soffrano dalla corrente elettrica, che pur continua ad attraversarle. Ma se in tal posizione rimangono una mezz'ora circa, succede, che non si convellano più, più non vibrino salto, come già faceano al rompersi e chiudersi alternativamente il circolo. Han dunque perso in sì breve tempo l'eccitabilità, di cui godevano, ed è la corrente elettrica continuata, che loro l'ha fatta perdere: ma ciò che reca maraviglia si è, che l'hanno persa soltanto relativamente ad essa corrente, che le attraversi nella stessa direzione, giacchè se questa invertasi rivoltando i bicchieri, o le gambe della rana, in guisa, che quella che pescava nel bicchiere a destra, or peschi nel bicchiere a sinistra, onde vengano ora percorse dalla corrente elettrica in senso contrario, ecco che alla prova manifestano di nuovo le più forti convulsioni, e balzano presso a poco come al principio. Soffrano ad esso in questa nuova posizione la corrente elettrica continua per altra mezz'ora circa, saran rese quelle gambe inabili ad esser più eccitate per tal direzione di essa corrente, ma avranno invece riacquistata l'eccitabilità nel senso opposto. Un tale processo, che induce una specie di paralisia in que' membri, e ne toglie un'altra in certo modo contraria, prodotta precedentemente ne' medesimi, un tal giuoco può ripetersi alternativamente un gran numero di volte per ore, ed ore, finchè venga estinta per tutti i versi ogni eccitabilità coll'intiera disorganizzazione o corruzione avanzata di tali membri. Quanti lumi da questo, e da altri molti fenomeni, una parte solamente de' quali abbiamo fin qui indicato, per la Fisiologia, Patologia, ec....

§ 84. Abbiamo poco sopra (§ 79.) accennato che applicando ad una qualsivoglia parte del volto immediatamente, o mediante qualche adatto conduttore metallico, un capo della pila (lo stesso intendasi dell'apparato a corona di tazze) in tempo che l'altro capo comunica a dovere con una, od ambe le mani umide, si eccita in un colla sensazione di dolore più o men piccante, anche quella di un lampo, o fulgore passaggiero, più debole sì in ragione che la parte toccata è più lontana dall'occhio, ma pur sensibile in qualunque punto della faccia succeda il toccamento. Aggiungeremo qui, che fatto questo anche sotto il mento, e fino ad alcune parti della gola, e del collo, non lascia di far comparire qualche barlume. Che se tocchisi la lingua, od altra parte interna della bocca, o meglio un pezzo di metallo tenuto fralle labbra, fra denti, o contro le gengive

Digitized by Google

e la mascella, il fulgore si eccita così vivo, che poco più sarebbe se si toccassero le parti vicinissime all'occhio, o il bulbo medesimo. Il che non recherà gran meraviglia, se si rifletta alla miglior comunicazione di esse parti interne della bocca con quelle dell'organo visivo, e de' suoi nervi, che non delle esterne anche più vicine, e che di questa maniera si ottenea già il lampo senza il nuovo apparato composto, col semplicissimo cioè di una sola coppia di argento e zinco, applicando l'uno e l'altro metallo a dette parti interne della bocca, e adducendoli poi al contatto fra loro.

§ 85. Al qual proposito faremo col nostro VOLTA osservare, che anche una capacissima batteria caricata al segno medesimo dell'Elettro-motore, sia da un contatto di questo stesso, sia da alcuni giri di una macchina elettrica ordinaria, o da un certo numero di scintille di un elettroforo, caricata per esempio a 1. grado circa dell'elettrometro a paglie sottili, fa provare scaricandola, non che sopra il bulbo dell'occhio, le palpebre, le tempia, o altra parte vicina all'occhio medesimo, ma sopra la lingua, la punta del naso, ec., oltre il pizzicore al luogo toccato, un qualche sentore di luce, o baleno; le quali sensazioni se sono più deboli, egli è perchè la scarica della batteria non dura quel tempo, che si richiederebbe per ottenerle forti come dagli Elettro-motori, che scaricansi e ricaricansi incessantemente, intorno a che abbiam ragionato lungamente negli articoli precedenti.

Ed ecco come anche questo fenomeno del lampo, che alcuni han creduto proprio soltanto delle pile, e preteso trarne argomento contro l'identità dell'agente galvanico ed elettrico, si ottiene per egual modo dalle boccie di Leyden, o batterie, colla sola differenza indicata, dipendente dalla diversa durata della corrente elettrica.

§ 86. A spiegare ora come si propaghi l'azione dalle parti del volto assai lontane dall'occhio, e fino dal collo all'organo visivo, non è già necessario supporre, che delle ramificazioni del nervo ottico arrivino a quelle parti, e vi conservino la facoltà di essere eccitate al modo proprio e speciale di tal organo, con sensazioni cioè di luce. Indipendentemente da tali supposizioni, che si avrebbe difficoltà ad ammettere, una più chiara spiegazione, e affatto soddisfacente ce la dà il VOLTA fondata sopra quanto abbiamo già dietro lui mostrato ampiamente in tutto il precedente articolo 5.°: cioè che la corrente di fluido elettrico, che sgorga da un capo della pila, e rientra pel capo

Digitized by Google

opposto, attraversando i corpi, che ne formano l'arco conduttore, ossia che compiono il circolo, essendo copiosissima, vale a dire tramandandosene di tal fluido per ogni tempo brevissimo una quantità assai grande, come si è mostrato con tante prove, e copiosa pure essendo quella di una capace batteria carica anche debolmente; qualora tali correnti vengono costrette a tragittare per conduttori imperfetti, quali sono tutti quelli di seconda classe, epperò anche le parti umide del nostro corpo, insofferenti, diciam così, esse correnti di un sentiero troppo ristretto, amano di allargarsi, e di scorrere per ampie strade, deviando anche, per seguirle, dal più corto cammino. Si è veduto ivi come il torrente elettrico affacciandosi in grossa piena a pochi punti di un conduttore umido, e penetrandolo per passar oltre, si divide tosto, se vi è campo, in tanti rami, quanti gliene abbisognano per incontrare nel totale una minor resistenza al suo corso, per avere un più facile sfogo. Or dunque a qualunque parte del volto si applichi il polo, o capo della pila, che tende in ogni istante a scaricare, o l'altro, che tira a sè quella grandissima copia di fluido elettrico, che abbiam detto, una tal corrente, o grossa piena si allargherà, abbenchè tenda direttamente da quel punto del volto al braccio, e alla mano, che comunica col capo o polo opposto, o inversamente tenda da questo a quello; si allargherà, dico, tal corrente a tutta la testa, ne investirà tutte, o quasi tutte, le parti, almeno le più conduttrici, fralle quali incontrando il nervo ottico, e la retina medesima, vi cagionerà colla sua azione stimolante la sensazione di luce: e ciò ancorchè picciolissima sia la quantità di esso fluido elettrico, che venga a toccare detto nervo, o retina, dotati, come sappiamo, di una prodigiosa sensibilità.

Fra queste parti più conduttrici, e interne della testa investite dalla corrente elettrica, che entra per qualsisia parte del volto, o della gola, trovandosi anche la lingua, avviene, che i suoi nervi pure ne siano affetti, e quindi in quelli più delicati del gusto, che concorrono al di lei apice, si ecciti, ove tal corrente sia abbastanza forte, qualche sensazione di sapore acido, od alcalino, giusta la direzione di essa corrente, ma più facilmente del primo.

§ 87. Intorno alle quali sensazioni del gusto eccitate colla congrua applicazione di metalli diversi (ossia di motori che VOLTA chiama di prima classe, e fra i quali annovera pur anche i carboni la piombaggine, molte piriti, alcuni schisti, il manganese nero, come indi-

Digitized by Google

cato abbiamo fin dai primi articoli) gioverà far qui rimarcare più particolarmente cotal insigne differenza fra il sapore, che prova la punta della lingua, ove la corrente elettrica entri per essa, e quello che sente ove al contrario ne esca, il primo essendo decisamente acido, il secondo piuttosto amaro, acre, urente sul far degl'alcali, insomma se non vero e pretto alcalino, tirante molto all'alcalino, giusta le scoperte fatte dallo stesso VOLTA fin dalle sue prime sperienze galvaniche nel 1792. e 1793. Quest'ultimo sapore, però, sebben più disgustoso quando arriva a farsi sentire, non si prova così facilmente come il sapor acido, il quale è già abbastanza marcato, ove applichinsi alla lingua due metalli poco diversi fra loro in ordine alla facoltà elettro-motrice, come argento e ferro, ferro e stagno, ec. in guisa che portati a mutuo contatto, quello che si elettrizza *positivamente*, cioè *in più* si rivolga contro l'apice di essa lingua, e vi spinga dentro il fluido elettrico: ove invece si applichino al rovescio, sicchè tale debolissima corrente elettrica sorta dall'apice della lingua, il sapore alcalino riesce o insensibile affatto, o mal distinto. Quindi son nati i dubbj dei Galvanisti su tal diversità dei sapori, scoperta e sostenuta da VOLTA, e che presso di lui era molto significante, come tosto vedremo: diversità, che tutti dovettero finalmente riconoscere, anche quelli che ripugnanti alle conseguenze, che il grande Fisico ne deduceva, dissentivano dalla sua teoria dell'*elettricità metallica* nel senso da lui inteso, e tante volte spiegato.

Ma se i due metalli, o motori di prima classe scelti per tali sperienze siano de' più diversi, ossia de' più attivi nel mutuo contatto, es. gr. argento e stagno, o meglio assai argento e zinco, o meglio ancora zinco e certi carboni, zinco e piombaggine, e sopra tutti zinco e magnese nero cristallizzato, anche il sapor alcalino sulla punta della lingua contro cui trovisi rivolto quello dei due, che si elettrizza *negativamente*, ossia *in meno*, sarà più che sensibile, e marcatissimo: il sapor acido poi nell'opposta maniera così vivo, da riuscir quasi insopportabile.

Che se tanto fa una coppia sola di metalli ben assortiti, e ben applicati alla lingua, quanto non faranno più coppie congegnate in una pila, in un apparato a corona di tazze, od altro Elettromotore composto? Per nulla dire del sapor acido, intensissimo e intollerabile riuscirà anche il sapor alcalino. Non avviene però che cresca nè l'uno nè l'altro in proporzione del numero di tali coppie metalliche,

Digitized by Google

non diventando già del doppio, del triplo, del quadruplo più forte, per 2. 3. 4. gruppi, di cui sia composta una pila, e giungendo per avventura al sommo per una di 8. o 10., oltre il qual numero riuscendo troppo potente l'Elettro-motore, la sensazione di sapore confondesi facilmente con quella di dolore acuto, e lacerante, come già si è detto (§ 78.).

§ 88. Le più facili e semplici maniere di eccitare le indicate sensazioni di sapore, sono di applicare immediatamente alla punta della lingua uno dei due capi metallici dell'Elettro-motore, sia semplice, sia composto, mentre l'altro capo tiensi applicato con abbastanza larga superficie al dorso di essa lingua, o ad altra parte interna della bocca, od anche ad una mano ben umettata. In quest'ultima maniera si sente, a dir vero, men vivo il sapore, che nella seconda, ma non di molto; e in quella seconda ancora meno che nella prima, ma di pochissimo. Notabilmente men vivo, ma pur ancora sensibile, e ben distinto riesce (massime se ad eccitarlo s'impieghi, non una coppia sola di metalli, ma una pila di un discreto numero di coppie), ove la punta della lingua non tocchi immediatamente questo o quel capo dell'apparato metallico, ma vi comunichi per mezzo di un più o men lungo conduttore umido, o di parecchi, es. gr. coll'interposizione di una massa d'acqua contenuta in un catino, di una grossa fune, o larga lista di cartone imbevutane a dovere, di una persona, ec.: come ne ha mostrato il nostro VOLTA fin da quando nella continuazione delle sue prime memorie sul Galvanismo pubblicò una serie di tali sperienze nel 1793., ed anni seguenti.

§ 89. Dal che manifestamente si deduce, che gl'indicati due sapori non sono già portati alla lingua da quel poco d'acido, e da quel poco d'alcali, che (come vedremo in un articolo seguente) si svolgono realmente per la virtù ed azione dell'Elettro-motore, il primo ne' punti di contatto dell'acqua con quel metallo, che acquista mercè di tal azione l'*elettricità positiva*, e versa quindi il fluido elettrico, di cui va continuamente carico, nell'acqua medesima, il secondo ne' punti di contatto pure dell'umor acqueo coll'altro metallo, che *elettrizzato negativamente* tira a sè quel fluido elettrico, di cui continuamente abbisogna per ristorarsi: tali sensazioni, io dico, di sapore, che prova la lingua, non provengono da quelle molecole qui di alcali, là di acido, veri e reali, come alcuni han pensato, e a prima giunta può sembrar verisimile: ma bensì vi vengono

Digitized by Google

eccitati immediatamente dall'istesso fluido elettrico, che messo in corrente entra per la punta della lingua, e passa addentro, od all'opposto ne sorte.. Come mai infatti potrebbero quelle piccolissime dosi di acido svolto in un luogo, e di alcali in un altro giungere fino alla lingua attraverso tutta l'acqua di un gran catino, pel lungo tratto di un cartone, o di una corda bagnata, attraverso una, e più persone, od altri conduttori umidi interposti? Eppure con tutti questi frammezzi, purchè il circolo sia compito, onde abbia luogo la corrente elettrica continua, non lascia essa lingua di venir affetta delle indicate sensazioni di un tal quale sapor alcalino, o di un sapor acido più marcato, secondo la direzione di detta corrente (§ prec.). Più: se l'acqua del catino, o del cartone inzuppato, ec. siasi a bella posta alcalizzata, leggermente sì, tanto però, che se ne senta il sapore, avverrà, che tenendovi intinto l'apice della lingua, quel poco di sapor alcalino, che vi prova, resti eliso, e subentri il sapor acido più o meno sentito, tostochè si faccia comunicare convenientemente ad essa acqua alcalizzata il *polo positivo* di una pila di discreta forza, mentre la persona comunica colle mani ben umettate col *polo negativo*. Or qui tutto l'umore ne' punti di contatto colla lingua, e nell'intiera sua massa rimane ancora alcalizzato, non venendo tosto neutralizzato, e non bastando di gran lunga l'acido a saturare quell'alcali: nondimeno si prova dalla lingua una sensazione prevalente di sapor acido. Questa impressione dunque viene non da acido vero, e materiale, che si applichi alle sue papille nervee, e le vellichi; ma dalla stessa corrente di fluido elettrico, il quale ha la singolare proprietà di eccitare nei nervi del gusto, quando è diretto contro dette loro papille, ossia quando entra per l'apice della lingua, e si avanza verso la di lei base, tal sensazione, che è, od emula quella di sapor acido; e quando ha la direzione opposta, cioè dalla base all'apice della lingua, e sorte da questo, tal altra sensazione che assomiglia al sapor alcalino.

§ 90. Così ragionava, e conchiudeva colla scorta di decisive sperienze il nostro VOLTA, fin dai primi anni che era comparso il così detto Galvanismo, rivolgendosi per maggiore conferma a far prove analoghe coll'elettricità comune delle ordinarie macchine. Riuscì dunque ad avere le sensazioni di sapor acido dal conduttore positivo, ossia elettrizzato *in più* di una buona macchina elettrica, e di sapore avente dell'alcalino dal conduttore negativo, ossia elettriz-

Digitized by Google

zato *in meno*, le prime abbastanza decise e marcate, le seconde non tanto, col tener applicata la punta della lingua a quel conduttore, e a questo, mentre faceasi giuocar continuatamente essa macchina, onde si mantenesse la corrente elettrica. Questa corrente continuata è per tal conto simile a quella di un Elettro-motore, ma non è già eguale, e la cede di molto per conto della quantità di fluido, che fa passare in dati istanti. Abbiam veduto infatti ne' precedenti articoli, che in un minuto terzo, e fors'anche in meno, una pila di 60. gruppi versa tanto fluido elettrico da caricare a circa 1. grado dell'elettrometro a paglie (tale essendo la sua propria *tensione*) una batteria di 20. 30. 40. piedi quadrati di armatura; e che quindi in 8. o 10. terzi minuti porterebbe egualmente 1. grado di carica ad altra batteria di 200. piedi quadrati, e più: ciò, che una delle migliori macchine elettriche non giugne a fare in uno, o due minuti secondi. Per questa minore copia adunque di fluido elettrico, che mettono in corso, e fan passare le macchine elettriche anche più potenti a ciascun momento in paragone di quella, che promovono le pile, men viva è la sensazione di sapore, che eccitano sulla lingua i conduttori di tali macchine, ancorchè applicati essendo a pochi punti del di lei apice, ed essa corrente eserciti sopra questi in tal forzato angusto passaggio tutta la sua energìa: come pure è nullo, o assai meno sensibile il dolore, che possono con tale corrente, tuttochè continuata, far nascere in qualunque parte più delicata del corpo, in una piaga, o ferita, investita pure in pochi punti, a paragone di quello, che vi eccitano le correnti perenni, e ben più copiose indotte dagli Elettromotori.

§ 91. Così è: debolissime riescono, e quasi nulle le sensazioni tanto di sapore, quanto di dolore, per la corrente di fluido elettrico, che passa dal conduttore della macchina elettrizzato *in più* alla lingua, o ad altre parti sensibilissime poste al di lui contatto, e progredisce quindi discendendo per la persona al suolo (o tutt'all'opposto, come ben si comprende, se il conduttore venga elettrizzato *in meno*): debolissime, e quasi nulle tali sensazioni, massime se la macchina sia poco attiva, e nulle poi affatto e le scosse e le convulsioni, a motivo che non è rapida essa corrente, ed abbondante a segno, che ad ogni istante brevissimo, come di un minuto terzo, o quarto, passi una quantità notabile di fluido elettrico bastante a stimolare, ed incitare vivamente neppur le fibre più delicate, come è più che bastante

Digitized by Google

quella copiosissima, che scorre di continuo, incitata dagli Elettro-motori, conforme si è mostrato in tante maniere, e ripetuto più volte, e giova pur ricordare di nuovo. Per ciò anche comunicando nell'indicata guisa il conduttore della macchina colla persona, e questa col suolo, non rimane in quello alcuna *tensione*, che possa marcarsi dall'elettrometro neppure coll'ajuto del Condensatore, a meno che essendo il pavimento molto asciutto trovisi esso conduttore in qualche modo *isolato*: non vi rimane, dico, alcuna *tensione* elettrica sensibile, avendo la corrente un sufficiente sfogo; il quale sfogo sufficiente non ha un buon Elettro-motore colla stessa, e ben anche con più ampie comunicazioni, come pure abbiam fatto vedere, e toccar con mano (particolarmente nell'articolo precedente), onde ritiene, malgrado di esse, buona parte della sua *tensione*.

Che se restando il conduttore isolato a dovere vi si accumuli per alcuni momenti l'elettricità, e sorga quindi ad una *tensione*, che mova a dirittura non che l'elettrometro a paglie, ma il quadrante-elettrometro, e lo innalzi ad alcuni gradi, che possa vibrar scintille, ec., e molto più se a gradi così sensibili si carichino col tempo che vi vuole, una boccia di Leyden, od una batteria; allora sì, che provocandosi tali scintille e scariche ad un tratto sopra parti nude, e delicate del corpo, si avranno e dolor pungente, contrazioni muscolari, e scosse (come sanno tutti quelli, a cui son note le comuni sperienze elettriche), ed anche la sensazion di sapore sull'apice della lingua, che pochi conoscono, e che facilmente verrà confusa col piccante del dolore: si avranno tutti questi effetti come dalla pila, ed anche più forti, e violenti; perciocchè, scaricandosi tanta elettricità accumulata tutt'ad un tratto, o a dir più giusto in un tempo brevissimo, minore cioè di un minuto terzo, e fors'anche di un minuto quarto, o quinto, eguaglia essa, e supera per fino la corrente, ossia copia di fluido elettrico, che in eguale spazio di tempo manda qualunque buon Elettro-motore; e altronde animata quella da tal forte *tensione*, urta e percuote più vivamente le fibre, a cui, o da cui si slancia, secondo che essa elettricità è *di eccesso*, o *di difetto*. I grandi, e strepitosi effetti adunque delle macchine elettriche dipendono dal potere, che queste hanno di accumulare successivamente l'elettricità ne' conduttori isolati, nelle boccie di Leyden, ec. fino a portarla ad alti gradi di *tensione*, e dello scaricarsi poi tale elettricità tutt'ad un tratto, ossia in tempo inconcepibilmente breve. Ma qualora i

Digitized by Google

conduttori non trovinsi isolati, e vadano quindi scaricandosi nel tempo stesso che si caricano, non vi sorge *tensione* elettrica sensibile come abbiam detto, e la corrente, che passa per essi, è, ripetiamolo pure, meno copiosa e meno incalzante, ossia vi trascorre in dato tempo eguale molto minor quantità di fluido elettrico, di quello succeda per l'azione degli Elettro-motori: come VOLTA ha sì bene dimostrato, e dietro lui ci siamo noi pure studiati di mettere in chiaro nel presente scritto, particolarmente all'articolo 3.° Ecco dunque perchè se la lingua, od altra parte del nostro corpo tocchi il conduttore della macchina, con che gli vien tolto l'isolamento, la corrente elettrica, comunque continui il giuoco di essa macchina non è capace di eccitare, che debolissime sensazioni di sapore, e di dolore, molto più deboli cioè di quelle che eccitar possono gli Elettro-motori anche piccioli, e nulla punto di scosse, o di convulsioni. Ad ogni modo è pur vero, che si eccitano in qualche grado tali sensazioni, se la macchina agisca molto bene: il che basta al nostro intento.

§ 92. Un'altra maniera migliore per sentir il sapore cagionato dalla corrente elettrica mossa, e mantenuta dal giuoco continuato dalla macchina quella si è di ricevere sull'apice della lingua il fiocco spiccante da qualche punta del conduttore elettrizzato positivamente, ossia *in più*, non accostandovi però troppo essa lingua, acciò non venga colpita da scintilla (al quale fine è bene, che detta punta del conduttore non sia metallica, ma di legno o d'altro imperfetto deferente): provasi con ciò, oltre al vellicamento cagionato dal così detto venticello, un gentil saporetto acido, provocante un poco la salivazione, come provocasi sull'occhio, che si presenti invece della lingua, un brucioretto, che provoca lacrimazione. Se al contrario il conduttore, a cui si presenta in tal modo la lingua, sia elettrizzato negativamente, ossia *in meno*, la corrente di fluido elettrico essendo allora diretta non dal conduttore alla lingua, ma da questa a quello, avvegnachè il venticello abbia luogo, e si senta dalla lingua, la sensazione di sapore sarà o nulla, o di quell'altro sapore sopra indicato, cioè tirante all'alcalino: come appunto è nulla, o di tal sapore la sensazione, che nelle sperienze galvaniche prova l'apice della lingua dalla parte di quello de' due metalli, che pel contatto coll'altro viene elettrizzato *in meno*, qualora il sapor acido, che fa sentire quest'altro metallo elettrizzato *in più*, sia pur debole, o per essere tai metalli poco diversi, o per non essere il più convenientemente applicati.

Digitized by Google

§ 93. Ecco dunque anche riguardo alle sensazioni di sapore, compito il parallelo fra l'elettricità ordinaria delle comuni macchine, e quella degli Elettro-motori Voltiani, ottenendosi gli stessi stessissimi effetti, colla sola differenza del più o meno; e questo dipendentemente, com'è ben giusto, dalla maggiore, o minor copia di fluido elettrico, che movono, e fanno scorrere in dati istanti le une e gli altri: nel che il vantaggio sta, come in tante maniere si è mostrato, per gli Elettromotori. Ma l'importanza maggiore, che attaccava il nostro VOLTA a queste sperienze delle sensazioni di sapore eccitate sulla lingua dall'elettricità positiva e negativa de' conduttori delle ordinarie macchine, sensazioni simili a quelle che eccitano gli Elettromotori, sia semplici, cioè formati dall'accoppiamento di due soli metalli di diversa specie, sia composti di un numero qualunque di tali coppie metalliche, l'importanza dico, maggiore, che vi attaccava quel sagacissimo sperimentatore, e il frutto più grande, che ne ritrasse, si fu di scoprire per tal modo quale dei due metalli, che si toccano, venga ad elettrizzarsi continuamente *in più*, ed a versar quindi il fluido elettrico mano mano ricevuto nel conduttore umido cui trovisi d'altra parte applicato, quale ad elettrizzarsi via via *in meno* e quinci a succhiare di tal fluido, a ristoro delle sue continue perdite, dal medesimo, o da altro conduttore, cui parimente stia esso metallo applicato: in guisa che il circolo sia compito, come richiedesi acciò abbia luogo la corrente continuata in giro. Appariva dunque, che quel metallo viene elettrizzato *in più*, il quale rivolto verso la punta della lingua vi eccita non altrimenti che il conduttore *positivo* della macchina elettrica il sapor acido, e quello elettrizzato *in meno*, che a somiglianza del conduttore *negativo* vi eccita o niun sapore sensibile, o quello tirante all'alcalino. Così aveva conchiuso esso VOLTA, e determinato, fin dalle sue prime sperienze, e molto tempo avanti che fosse giunto ad ottenerne segni sensibili all'elettrometro, che dei metalli, oro, argento, rame, ferro, stagno, zinco, i superiori secondo quest'ordine *danno* fluido elettrico agli inferiori, e tanto più, quanto più distano nell'ordine medesimo. Il che poi venne compiutamente confermato da quelle altre sue sperienze luminosissime, con cui ebbe segni distinti all'elettrometro, dapprima coll'ajuto del Condensatore, poi anche senza: di che abbiamo lungamente parlato a suo luogo.

Digitized by Google

ARTICOLO VII.

Continuazione dell'Articolo precedente: ossia particolari osservazioni intorno ad alcune circostanze, che modificano la forza e la qualità delle impressioni portate dagli Elettro-motori sui nostri organi.

§ 94. Riuscendo le sensazioni eccitate dalla corrente elettrica più vive e forti a norma che questa è più copiosa e spedita, e altronde essendo i conduttori umidi, o di seconda classe tutti molto imperfetti, e massime l'acqua semplice e pura, per nulla dire de' corpi non abbastanza intrisi, alla qual imperfezione però si rimedia non poco con dare ad essi conduttori picciola lunghezza, e in vece grande larghezza, onde il torrente elettrico diramar si possa in molte strade, ec., come abbiam detto in più luoghi di questo scritto, e mostrato particolarmente nell'Articolo 5.°, è facile intendere quanto sia importante, che tali conduttori umidi lo siano a dovere, che l'umore sia salino anzichè acqua schietta, che non siano troppo prolungati, e sopratutto che una assai ampia superficie presentino all'ingresso, o sortita dal fluido elettrico, e larghi pur sieno in tutto il tratto che esso dee percorrere eccetto soltanto il luogo ove ha giustamente a stimolare quelle tali fibre, che ci proponiamo di eccitare. Quivi pertanto è spediente, e talvolta necessario, che ristringasi la corrente, facciasi il passaggio per pochi punti della lingua, dell'occhio, della ferita, ec. se voglionsi eccitare le sensazioni di sapore, di luce, di bruciore, anche con Elettro-motori debolissimi, e perfino col più semplice, formato cioè di due soli pezzi metallici diversi. Ma l'applicazione del polo opposto, ossia dell'altro metallo all'altra parte del corpo, o conduttore umido qualsiasi comunicante con esso, dee farsi con un'ampia superficie: e in niun luogo poi di tali conduttori umidi, che compiranno il circolo, ha da incontrarsi strettezza che angustii il passaggio dell'elettrico torrente, eccetto, come or dicevamo, il luogo di quelle fibre od organi, a cui vuolsi portare ben efficace lo stimolo. Or dunque questo lo è tanto più, quanto più largo, e non lungo passaggio si offre alla corrente elettrica in tutto il giro, e quanto più stretto nell'unico sito, in cui trovansi quelle tali fibre od organi.

Digitized by Google

Per ciò, se tutta la lingua si tenga tuffata nell'acqua di un vaso, la quale comunichi pur largamente con una lastra di zinco, e questa poi si venga a toccare con altra lastra d'argento, o di rame comunicante con tutta la palma della mano ben umettata, non si sentirà il sapor acido, come si sente se in quell'acqua trovisi intinta invece la sola punta di essa lingua. Così pure non si sentirà, o pochissimo, ancorchè si delibi in tal maniera l'acqua coll'apice della lingua, se d'altra parte non l'intiera palma, ma pochi punti della mano, o un sol dito vengano applicati all'altro metallo. In quest'ultimo caso inceppata in gran parte la corrente elettrica per tal angusta comunicazione della mano col metallo, non arriva abbastanza copiosa all'apice della lingua per stimolare sensibilmente le sue nervee papille: nel primo caso la corrente sarebbe pur sufficientemente copiosa per eccitare le più sensibili di tali papille, se per poche di queste dovesse passare tutta ristretta, ma trovando ampio passaggio per tanti punti della lingua, gli stimola tutti troppo debolmente per eccitarsi alcuna sensazione. Ad ottenere questo richiedonsi dunque tutte le circostanze favorevoli, cioè che sia ampia la comunicazione della mano, o di altro conduttore umido coll'uno de' metalli, e che il solo apice, o pochi punti della lingua siano intinti nell'acqua, o si applichino a quel qualunque conduttore umido, cui sta ampiamente applicato l'altro metallo, e che ivi solo sia ristretto il passaggio della corrente elettrica, ed in nessun altro luogo, per tutto il tratto de' conduttori umidi, ch'entrano nel circolo.

§ 95. Richiedonsi, dico, tutte queste circostanze, o condizioni per ottenere le sensazioni di sapore con un semplicissimo Elettromotore, formato cioè di due soli pezzi di metallo, d'oro, d'argento o di rame l'uno, l'altro di stagno o di zinco: giacchè con Elettro-motori composti di 4. 6. 8. ec. di tali coppie metalliche, si hanno esse sensazioni, ancorchè siano le anzidette condizioni difettose fino ad un certo segno. Anche con una sola coppia però riesce di sentir il sapore tuttochè limitato sia a pochi punti il contatto d'ambe le parti, cioè dell'uno e dell'altro metallo co' conduttori umidi, purchè applicato l'uno immediatamente all'apice della lingua, l'altro lo sia immediatamente anch'esso ad altri punti della medesima, o dell'interno della bocca: in tal caso il cortissimo tragitto per tali parti sì ben intrise di umori animali, che sono tra i conduttori di seconda classe de' meno imperfetti, fa, che l'ostacolo alla corrente elettrica

Digitized by Google

non riesca così grande, ancorchè per non larga superficie di contatto, anzi per pochi punti le si dia passaggio. Ma se stando similmente applicato uno de' metalli dell'unica coppia all'apice della lingua, l'altro si tocchi soltanto con pochi punti della mano, o di un dito, anche ben bagnato, e sì di acqua salata, e peggio poi se lo tocchi così scarsamente una seconda, terza, quarta persona, ec. che si dian mano tra loro, non si avrà punto sulla lingua la sensazione di sapore: la quale poi si otterrà qualora s'impugni quel metallo con tutta, o quasi tutta la mano umida, purchè anche le altre mani, ove sieno più persone a formar il circolo, trovinsi ben umide, e ben concatenate, cioè con ampio contatto. Pregiudica dunque assai (frenando, e rattenendo in gran parte la corrente elettrica) e lo scarso combaciamento di conduttori umidi, sia tra loro, sia co' metalli, e qualunque altra strettezza vi s'incontri in tutto il tratto di quelli, ed il numero e lunghezza de' medesimi: il qual numero, e lunghezza, se siano eccessivi, come una catena di molte persone, ancorchè si tengano tutte alla meglio colle mani ben umide, faranno, che inabili sieno ad eccitar le sensazioni di sapore sull'apice della lingua, non che gli Elettromotori di una sol coppia di metalli, ma quelli pure di 4. 6. 8. coppie: e ad ottener ciò ve ne vorranno di più composti a proporzione.

§ 96. Tutto ciò, che abbiam fatto qui osservare riguardo alle circostanze favorevoli o sfavorevoli allo scopo di eccitare le sensazioni di sapore sulla lingua, può facilmente applicarsi alle altre sensazioni, (cioè del chiaror passaggiero nell'occhio, del bruciore nelle parti delicatissime, e spogliate di cute, come gl'orli interni delle palpebre, o il bulbo medesimo dell'occhio, le nude fibre muscolari e nervee di qualche ferita o lacerazione, ec.), ed anche alle scosse: ritenuto però che per ottenere quest'ultime, come anche per il bruciore, e dolor mordente in parti sensibili bensì, ma non spogliate de' loro integumenti, sulla fronte per es., sul naso, le gote, la gola, il dorso delle mani, ec., si ricerca dipiù, che per far spuntare il sapore sull'apice della lingua, od apparire un leggier lampo nell'occhio. Infatti si possono eccitare di leggieri queste sensazioni di sapore, e di lampo con una sola coppia di metalli, ponendo le sovrindicate condizioni, e circostanze favorevoli, non già il dolore mordente sulla pelle della fronte, ec., nè le scosse, o contrazioni muscolari: il quale dolore, e le quali contrazioni si ottengono soltanto denudati i muscoli, o i nervi che vi s'impiantano, e portata su di essi l'azione della debo-

Digitized by Google

lissima corrente elettrica mossa dai due soli metalli. Per ottener qualche scossa sensibile, o dolore nelle parti sane del nostro corpo, e coperte de' loro integumenti, vi vogliano Elettro-motori composti di più coppie metalliche. Quali dunque, e quanto composti? Ecco alcuni esempj, fornitici al solito dal nostro VOLTA, che ognuno potrà facilmente verificare, essendo precisato il modo praticato negli sperimenti, e che finiranno di rischiarare il presente soggetto.

§ 97. Adoperando nella migliore maniera possibile, che, è, come altrove notammo, di tener intinto un dito nell'acqua di un catino, in cui peschi un grosso filo, o lastra metallica procedente da un polo dell'Elettro-motore, e di portare al contatto immediato dell'altro polo un'altra lastra, o cannone metallico impugnato a dovere, con tutta cioè la palma della mano ben umida; adoperando così, se il dito sia per avventura intaccato da qualche taglio o lacerazione, si farà ivi sentire qualche puntura di dolore, ancorchè l'Elettro-motore consti di una coppia sola di rame e zinco, ma niente proverassi di scossa: se consti di 3. coppie, il dolore sarà vivo, e già troppo molesto, e comincerà forse a sentirsi qualche poco di scossa, confusa col dolore stesso, la quale riuscirà quindi più percettibile, sebbene pochissimo ancora, in altro dito senza ferita o lesione di sorta alcuna: con 4. coppie, e 5. sarà la scossa più distinta, però ancora debolissima, e limitata ad una o due articolazioni solamente di esso dito: con 6. 8. coppie, sarà ancora una scossarella, più estesa sì, e più vibrante, ma non dolorosa: quale finalmente diverrà, quando l'Elettro-motore venga composto di 16. 20. coppie, o più, anzi si sentirà in certo modo più il dolore, che la scossa: dolore penetrante, come pare, il midollo dell'osso, assai penoso ed insoffribile quasi, ove l'Elettromotore oltrepassi le 30. coppie, e ben inteso, che sia costrutto nel miglior modo.

Insomma per progredire dalla minima scossa in picciola parte del dito così intinto, e niente dolorosa fino a quella in tutto il dito abbastanza forte, cui accompagna una stretta di dolore grave e penoso, convien accrescere, le altre cose pari, ben 8. o 10. volte la forza dell'Elettro-motore, portarlo cioè da 3. o 4. coppie di rame e zinco a 30. circa.

§ 98. Un tal Elettro-motore di 30. coppie potrà eccitare anche sulla fronte, il naso, ec., un dolore assai mordente e rabbioso, ed uno insoffribile sulla pelle esterna delle palpebre: ad eccitarvelo leggiero e appena sensibile basteranno 10. od 8. coppie, ma non meno, lad-

Digitized by Google

dove una sola basta ad eccitarlo sull'orlo interno delle medesime palpebre, sul nudo bulbo dell'occhio, in una ferita, o scorticatura viva, e recente: come si è detto.

§ 99. Quanto al dolore, che invade, e penetra tutto il dito all'atto della scossa, desso è ben diverso dall'altro pungente, e lacerante, che eccitasi nelle fibre spoglie de' loro integumenti, ne' tagli, ec., e da quel bruciore ancora, che morde più o men aspramente la fronte, il naso, od altre parti coperte dalla pelle. Coteste sensazioni di dolore pungente e rabbioso si hanno anche senza scossa, e spuntano, non come questa, all'atto, che si compie colle opportune comunicazioni il circolo, ma qualche istante più tardi, e talvolta dopo un tempo notabile, come abbiam già fatto osservare, e vanno via via crescendo per certo altro tempo, ove mantenendosi compito il circolo continui la corrente elettrica; nè cessano mai finchè esso circolo non s'interrompa. Quello al contrario, cioè il dolore, che affetta internamente tutto il dito, entra colla scossa immedesimato in certo modo con essa, e se non svanisce tosto con lei cotale stretta di dolore, dura ben poco ancorchè continui, rimanendo chiuso il circolo, la corrente elettrica, dura cioè quanto ci va ad estinguersi da se stesso un dolore impresso momentaneamente. Insomma altro non è propriamente, che una scossa dolorosa.

§ 100. Ma perchè dunque non è dolorosa anche quella portata al carpo, ai gomiti, alle spalle dagli stessi Elettro-motori di 20. 30. 40. coppie metalliche allorchè ambedue le mani comunicano a dovere per larghe superficie a rispettivi conduttori metallici? Perchè, rispondiamo, la corrente elettrica investendo tutta la mano indi il braccio, non vi è così ristretta, ed angustiata come nel dito, che solo le dia passaggio. Che se l'Elettro-motore sia composto di un molto maggior numero di gruppi, di 100. per es. 150. 200., la grossa piena di fluido elettrico, che con tanto maggiore forza egli verserà trovando troppo scarsa ancora la larghezza tutta del braccio, vi produrrà in un colla scossa violenta e sensibilmente momentanea anche quella stretta di dolore interno, e durevole per qualche tempo, di cui si parla, massime ai luoghi delle articolazioni.

§ 101. Un tal dolore però cessa, torniamo a ripetere, ancorchè mantenendosi compito il circolo de' conduttori continui la corrente elettrica. Ad ogni modo non lascia questa, essendo forte di far sentire la sua impressione in altra maniera, sia nel dito solo, sia in tutta

Digitized by Google

la mano, e parte ancora del braccio: impressione diversissima da tutte quelle, che abbiamo qui sopra considerate, di cui però si è già altrove parlato abbastanza, e la quale consiste in una specie d'irritamento come sordo, in un certo qual fremito, accompagnato in qualche parte da un senso di calore non ben distinto: impressione insomma, che come ivi dicemmo, non si può ben definire, e neppure averne idea, se non si prova; ma impressione, che alla lunga produce nell'economia animale effetti molto insigni, cioè stupore, certa sorte di paralisia, ed anche la morte ne' piccioli animali, e fino l'estinzione d'ogni vitalità, secondo che l'Elettro-motore è più potente, e si fa agire più a lungo sopra questi o quegli organi, come abbiam fatto vedere.

§ 102. Ritornando alle scosse, e alle strette di dolore, che si eccitano nel dito intinto nell'acqua, dipendendo esse dalle condizioni, e circostanze favorevoli sopra indicate, ecco quali cambiamenti si hanno ove vengano mutate una o l'altra di queste, e rese meno favorevoli. Quando l'Elettro-motore è si poco composto, che la scossarella nel dito non lo prende tutto, e succede senza dolore, se invece d'un solo si tengano tuffati due diti, o tre, o tutta la mano, essa scossa diviene a proporzione meno sensibile, fino a rendersi impercettibile affatto: il che viene, com'è facile intendere, dall'esser ora la corrente elettrica più espansa ni quando si obbligava a passare ristretta per un dito solo. Se poi, essendo l'Elettro-motore formato di un maggior numero di gruppi, il dito ne rileva la scossa, e dolore abbastanza forti, in tal caso coll'accrescere l'immersione, aggiungendovi altri diti, o la mano intiera si alleggerisce a proporzione, tale sensazione di dolore diffusa a molte parti, ma non si toglie del tutto: e la scossa poi che prima non si avanzava, o poco oltre il dito, arriva al carpo, od anche al gomito, per la ragione, che più larga essendo ora la via di quello fosse per un dito solo, più libera, e copiosa è la corrente elettrica, che s'avanza su pel braccio, ec.

§ 103. Ma molto più si alleggeriscono e scossa e dolore, anzi questo vien meno del tutto anche nell'unico dito intinto, se l'altra mano pure con pochi suoi punti, o con un sol dito venga a toccare il polo opposto dell'Elettromotore, per la ragione che tanto meno della corrente elettrica può penetrare, e con tanto minore facilità progredire, come più volte si è detto, quanto men largo le si offre ivi il passaggio dall'umido conduttore di sua natura sempre molto imperfetto. La cosa va a tal segno, che se, lasciato il bagno d'acqua,

Digitized by Google

tocchinsi semplicemente colla punta de' due diti comunque bagnati i due poli di una pila anche abbastanza forte, come di 20. 30. 40. coppie di rame e zinco interpolate da bullettini intrisi a dovere di acqua salata, non si sente che una leggerissima scossa in essi diti soli, non estendentesi neppure alla seconda o terza articolazione dei medesimi, od anco limitata ai soli polpastrelli quando invece toccando que' poli con due larghe lastre, o cannoni di metallo ben impugnati dalle mani umide, applicandovi cioè le intiere palme, si ha forte scossa fino al carpo, al gomito, ec.

§ 104. Faremo ora osservare, che tutte queste sperienze sulle scosse del dito, sia minime, e limitate ad esso solo, o a picciola parte del medesimo, sia crescenti secondo le circostanze, fino a divenire dolorose, poco o molto, o ad estendersi al braccio, ec. possono imitarsi esattamente in ognuna di tali modificazioni, sostituendo alla pila, od Elettro-motore una grande boccia di Leyden, o meglio una batteria. Intinto dunque un dito solo nell'acqua del catino, e fatta questa comunicare per mezzo di una lastra, o grosso filo metallico all'armatura esterna di una o più boccie unite, vengasi a toccare l'armatura interna, o la verga metallica, che vi comunica, colla lastra o cannone impugnato a dovere dall'altra mano ben umida. Se la boccia, o boccie abbiano in tutto di armatura ½ piede quadrato, 1. piede, 2. piedi, vi vorranno rispettivamente le cariche di 1. grado, di ½, di ¼ circa dell'elettrometro a paglie sottili, per eccitare in quel dito intinto l'istessa minima scossa, e quasi impercettibile, che abbiam veduto più sopra venir eccitata da un Elettro-motore di 3. o 4. coppie di rame e zinco. Così poi a misura, che si aumentino o la capacità della batteria, o le cariche, riusciranno le scosse del dito più risentite, più estese, dolorose, ec., come appunto lo divengono adoperando Elettro-motori composti di un maggior numero di coppie metalliche: e siccome abbiam veduto, che questo debbe crescere ad otto, o dieci volte tanto, perchè anche la scossa cresca dal minimo fino al grado di riuscirne il dolore penoso, e quasi insopportabile a un dito solo, che si tenga tuffato nell'acqua, e tuffativi più diti o la mano intiera, di essere bensì poco o nulla dolorosa la scossa, ma di avanzarsi a commovere anche parte del braccio, o tutto; così parimente a far che produca altrettanto la boccia o batteria, converrà darle una carica otto, o dieci volte maggiore di quella richiesta per la minima scossa: cioè di 8 o 10. gradi alla boccia avente

Digitized by Google

½ piede quadrato di armatura, di 4. o 5. gradi a quella avente 1. piede quadrato, ec. Che se il conduttore metallico procedente dall'armatura interna della boccia tocchisi sibbene colla lastra medesima, o con altro metallo non impugnati già con tutta la mano, ma tenuti soltanto con due diti, e toccati in pochi punti, o peggio vi si porti al contatto l'apice solamente di un dito, succederà anche qui, come coll'Elettro-motore, che non si senta scossa alcuna per quelle cariche o *tensioni*, che le darebbero deboli sperimentando nell'altra miglior maniera, cioè colla larga lastra metallica impugnata a dovere; e per quelle cariche, che produrrebbero commozioni abbastanza forti, e molto dolorose all'altro dito tuffato nell'acqua, non si abbia a questo e a quello che un debolissimo senso di scossa, anzi al dito, che tocca colla sola punta o polpastrello, ivi un leggier pizzicore, piuttosto che una vera scossa.

§ 105. Dalle quali sperienze colle boccie di Leyden confrontate con quelle degli Elettro-motori si rileva, che questi con una *tensione* da 8. in 10. volte minore eccitano eguali scosse alle eccitate da una boccia di vetro sottile, e di 1. piede quadrato di armatura: (questa in fatti per dare la minima scossa nel modo suddescritto vuol essere caricata ad ½ grado, laddove l'Elettro-motore composto di 3. o 4. coppie di rame, e zinco, che pure la dà, non arriva che ad $^1/_{20}$, o al più ad $^1/_{15}$ di grado): e che con boccia, o batterie mano mano più capaci, le cariche richieste ad agguagliare le scosse degli Elettro-motori, vanno diminuendo, ed accostandosi così alle *tensioni* di questi: ma che per giungere a pareggiarli in ciò, a dare cioè eguali scosse con eguali *tensioni*, dovrebbero ingrandirsi esse batterie di ben molto. Le quali cose tutte convengono perfettamente con ciò, che è stato con tante altre prove dedotto e mostrato negli articoli 3.° e 4.° ove anche si son date ragionando le più ampie spiegazioni.

CONCLUSIONE.

§ 106. Considerati ormai sotto tutti gli aspetti i fenomeni, che la corrente eccitata dagli Elettro-motori produce negli organi animali, e che interessano quindi la Fisiologia, ne restano molti altri e fisici, e chimici non meno stupendi sopra varie sostanze non organiche specialmente sopra gli stessi metalli, l'acqua, e diversi sali:

Digitized by Google

cioè l'arroventamento, e fusione de' fili, e foglie metalliche, lo svolgimento dei gas ossigene, ed idrogene dall'acqua, e di altri gas da altri liquori, le ossidazioni, le disossidazioni, ed altre composizioni, e decomposizioni. Ma cotali effetti, tuttochè operati dallo stesso agente, sortono in certa maniera dalla sfera del *Galvanismo*, il quale in origine versava soltanto intorno a certa azione supposta proveniente dagli organi animali, intorno cioè a ciò, che da GALVANI fu chiamato *elettricità animale*; sebbene in seguito poi, avanzatosi a riguardare tal azione anche come proveniente d'altronde, limitavasi tuttavia esso GALVANI a considerarla in quanto veniva portata sopra codesti organi, e dai medesimi in certa maniera modificata: mentre di tutti quegl'altri cospicui fenomeni ne' corpi inorganici non presentava neppur l'idea. La scoperta di tali nuovi fenomeni più maravigliosi ancora dei primi, e che aprono un vastissimo campo di ricerche interessanti particolarmente alla Chimica, venne dietro al grande ritrovato della così detta *pila* di VOLTA, ossia de' suoi *Elettro-motori composti*. Di codesti fenomeni non abbastanza conosciuti, nè bene spiegati ancora, e intorno ai quali si è tanto questionato in questi ultimi anni, e si questiona anche oggidì, ci riserviamo a trattare in un'altra Memoria, contenti di aver mostrato nella presente, colla scorta del nostro egregio maestro tante volte nominato, le seguenti verità.

§ 107. Che nelle sperienze ancora propriamente galvaniche, cioè sopra gli animali, l'elettricità non viene altrimenti mossa da alcuna forza vitale od organica, onde potersi chiamare in giusto senso *elettricità animale*, ma bensì in virtù del semplice contatto di conduttori fra loro diversi, massime metallici, per un azione cioè che si spiega in tal contatto, e dà impulso al fluido elettrico, e lo mette in corrente, portandolo così a stimolare le fibre irritabili, che incontra sul suo passaggio, ec.

§ 108. Che cotai conduttori diversi, i quali voglion dirsi ancora, attesa l'indicata virtù, *motori elettrici*, combinati acconciamente in un giusto ordine e serie, formano, secondo le diverse costruzioni, che possono avere, diversi apparati Elettro-motori, tanto più attivi, quanto meglio assortiti, ed ordinati ne sono i pezzi, e più numerosa la serie.

§ 109. Che sebbene i metalli, ed altri conduttori di prima classe siano in generale anche in linea di motori molto più efficaci dei conduttori umidi, o di seconda classe, nondimeno anche con questi soli, che siano convenientemente diversi tra loro, possono formarsi degli Elettro-

Digitized by Google

motori abbastanza potenti, epperò anche con sole sostanze animali o vegetabili.

§ 110. Che di tal sorte sembran essere, anzi può dirsi, che sieno sicuramente, i così detti *organi elettrici* della *Torpedine*, e degli altri pesci, che possiedono la maravigliosa virtù di dare la scossa; onde neppur qui conviene propriamente il nome di *elettricità animale*, nel senso cioè che venga prodotta o mossa da alcuna azione veramente vitale, od organica, il che non è; ma bensì un semplice fenomeno fisico, anzichè fisiologico, un effetto immediato dell'apparato Elettro-motore, che il pesce chiude in seno, apparato simile agli Elettro-motori artificiali, e che agisce come questi per propria forza, in virtù della sua costruzione, cioè de' mutui contatti di conduttori diversi, ec.

§ 111. Che il fluido elettrico nè di cotali organi singolari della Torpedine, del Ginnotto, ec. nè in quelli comuni degl'altri animali, viene in alcun modo animalizzato, come si era dai Galvanisti preteso, nè vi soffre cambiamento od alterazione di sorta: ch'ella è pura, genuina, e semplice elettricità, eccitata con questi nuovi artifizj, e congegni, i quali chiamansi acconciamente Elettro-motori: elettricità nulla punto diversa da quella delle boccie di Leyden, con cui l'abbiamo costantemente confrontata.

§ 112. Che infine, come l'elettricità di codeste boccie, ove sieno molto capaci, e meglio poi quella di capacissime batterie, ancorchè portata a debole *tensione* ossia carica, vale a produrre effetti molto grandi, atteso il tempo considerabile, che dura la scarica, comunque sembri istantanea: così e vieppiù abili sono a produrli gli Elettro-motori con egual *tensione*, continuando per più tempo, anzi interminabile essendone la scarica. Onde per niuno de' fenomeni del così detto Galvanismo stati finora osservati v'è bisogno di ricorrere ad altro agente fuori dell'elettrico, come alcuni hanno vanamente preteso, creandone di posta un nuovo sotto il nome di *fluido galvanico*, e moltiplicando così gli enti senza necessità.

Tutto ciò ci lusinghiamo aver mostrato chiaramente in questa Memoria, togliendo ogni dubbiezza, e difficoltà. Nell'altra, che seguirà, escluso qualsiasi fenomeno fisiologico, giacchè non interverrà nelle sperienze alcun corpo od organo animale, verranno tolte, seppur sussistessero ancora, siffatte questioni od ipotesi di *elettricità animale* o *animalizzata*, e simili per modo, che non potrà neppur venirne in capo l'idea.

Digitized by Google

Dal Volume II. *dell'Edizione Nazionale*

N. **XXXVII**

Dall'

ESTRATTO DI UN MANOSCRITTO

SULLA INSUSSISTENZA DELLA GENESI DELL'ALCALI NELL'ACQUA SOTTOPOSTA ALL'AZIONE DEGLI ELETTROMOTORI

– 1806 –

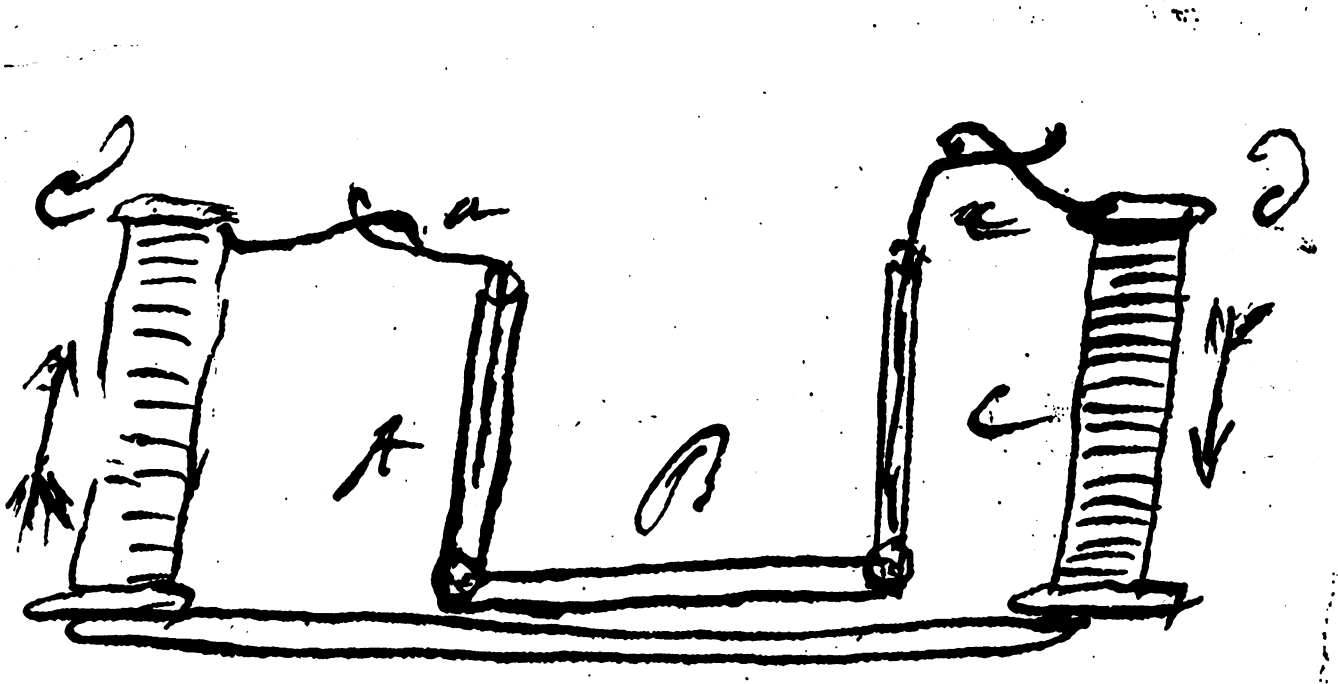
NOTA.

Si pubblica una parte della Memoria, pubblicata nel n. XXXVII, Vol. II dell'Ediz. Naz., riguardante esperienze compiute coll'acqua variamente salata e sottoposta all'azione della corrente elettrica.

Il contenuto di questa Memoria si collega a quello di una lettera scritta dal Volta al Bellani, in data 31 agosto 1806, e pubblicata nel n. LXXX del Vol. IV dell'Ediz. Naz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Riproduzione dell'Autografo della figura che accompagna il manoscritto riprodotto a *pag 411*.

Digitized by Google

Digitized by Google

Se il tubo ripiegato *A B C* contenga acqua piovana o distillata purissima, e due grossi fili di platina *a c*, i quali comunichino rispettivamente per mezzo di altri fili od asticette metalliche colle teste *D E*, di due pile moventi il fluido elettrico nella direzione che indicano le due freccie, non si otterrà che piccolissimo e tardo sviluppo di gas nei due bracci *A B*, quand'anche le pile trovinsi in ottimo stato di azione, e composte di 20. coppie di rame e zinco ciascuna.

Se all'incontro, all'acqua del tubo ripiegato siasi aggiunto un centesimo di acqua satura di sal comune, lo sviluppo di gas ossigeno nel braccio *A*, e di gas idrogeno nel braccio *B* sarà prontissimo, e copioso, ed a capo di un minuto l'acqua di *B* darà già segno di qualche alcalinità; ed a capo di un quarto d'ora ne darà l'acqua di *A* di acidità, e sì di acido muriatico ossigenato. Dopo un'ora poi sarà cresciuto ne' rispettivi bracci sì l'alcali, che l'acido, e questo darà tutti i segni di acido muriatico ossigenato, massime coll'odore, che riuscirà pungentissimo, ed insopportabile.

Ciò anche servendosi di pile molto meno attive ossia formate di minor numero di coppie.

Digitized by Google

Digitized by Google

(32)

Dal Volume IV. *dell'Edizione Nazionale*

N. **LXXXII**

Dalla:

LETTERA ALL'ABATE ZAMBONI SULLE PILE A SECCO

– Settembre 1812 –

NOTA.

È la risposta ad una lettera che l'Abate Zamboni aveva scritto al Volta, in data 24 agosto 1812.

In questa risposta il Volta richiama i risultati che da tempo aveva conseguito nella costruzione delle pile a secco: lo Zamboni risponde, in data 12 settembre 1812, riconoscendo al Volta la priorità dell'invenzione delle pile a secco.

Digitized by Google

Digitized by Google

7mbre 1812.

Al Chiarissimo Sig. Professore Zamboni

Il Sig.r Cav.re Barone CARLOTTI, Ciambellano di S. M. I. mi avea prevenuto qualche settimana fa con sua gentilissima lettera, dell'intenzione, ch'Ella, ornatissimo Sig. Prof.re, avea d'indirizzarmi e dedicarmi una dissertazione sopra una nuova pila da lei costrutta, di cui mirabili e non più visti erano gli effetti. Doveano entrambi immaginarsi ch'io sarei stato curioso al sommo di conoscere cotesto ingegno, ed avido di leggere lo scritto: ed era inutile l'aspettare un riscontro da me, che fossi per accettare di buon grado un'offerta tanto graziosa. Giorni sono mi pervenne qui a Como (dove son venuto a passare qualche mese di vacanza, giacchè Milano mi toglie alla mia cara Patria per la maggior parte dell'anno) la cortesissima di lei lettera de' 25. scaduto Agosto coll'enunciata dissertazione, che lessi tosto, e gustai moltissimo. Or dunque mi fo premura di ringraziarla, dell'una e dell'altra, e poichè richiede il mio qualunque giudizio sopra questa sua produzione, incamminata già a pubblicarsi colle stampe, le dirò schiettamente e con tutta ingenuità quello che ne sento, comunicandole ancora parte nella presente, e parte in altra lettera, che seguirà dappresso questa, alcune analoghe mie sperienze, e idee in gran parte conformi alle sue.

Quantunque l'idea di costrurre delle pile elettriche a secco o tali che nè soffrano alterazioni o guasto ne' metalli onde sono composte, nè perdano la loro attività per lunghissimo tempo, non sia altrimenti nuova, né nuovi i tentativi, poichè varj ne sono già stati fatti, e non dal solo DE LUC, dal quale confessa Ella con dolore d'essere stato prevenuto, ma da altri Fisici, e da me ancora; quantunque essendomene io occupato fin dal principio, che inventai *l'ap-*

Digitized by Google

parato elettromotore, e lo congegnai in varie forme, *a colonna* cioè (a cui fu dato poi il nome di *pila*, e ritenuto generalmente), *a corona di tazze*, ecc., sia anche riuscito son già alcuni anni a costrurne di tali colonne, o pile alcune discretamente buone, senza farvi entrare nè acqua, nè liquori acidi, nè altre soluzioni saline; i quali liquori oltre l'inconveniente d'intaccare, e guastare i dischi metallici, soggiacciono a quello di svaporar presto, e lasciare asciutti i bollettini di cartone, di panno, di pelle, o di qualsiasi stoffa, che ne erano inzuppati, talchè resi troppo cattivi conduttori non servono più, o malissimo; ond'è mestieri smontare sovente la pila, raschiare i dischi metallici per levarne l'ossido, e umettati di nuovo i bollettini rimontarla, acciò agisca di nuovo colla primiera forza, che in gran parte, se non del tutto, era venuta meno, quantunque, dico, io sia riuscito con qualche facilità a costrurre delle pile durevoli senza farvi entrare acqua nè semplice, nè salata le quali non soffrono alcun guasto, e che agiscono passabilmente bene per mesi ed anni, senza bisogno di smontarle mai, producendo esse effetti elettrometrici a pari o poco meno delle pile fornite di bollettini imbevuti di fresco d'acqua; confessar debbo, che son restato indietro non poco del segno, a cui sono arrivati Ella, e il Sig. DE LUC. Son io certamente rimasto addietro non già riguardo all'attività, che è anzi maggiore a egual numero e qualità di coppie metalliche, nelle mie pile, in cui i bollettini sono pure di carta, come in quelle di DE LUC, e sue; non però di carta semplice che per tempo secco trovo che son troppo restìe e fanno male, ma ben intrise di tale o tal altra sostanza, molle o semiliquida, come il vischio, il mele, e qualche altra che nè si corrompe nè si asciuga di leggieri, nè s'indurisce che a capo di mesi e di anni, e che continua poi anche indurita ad essere passabilmente buon conduttore. Ma bene son rimasto indietro lo ripeto di lungo tratto riguardo al numero di esse coppie metalliche e bollettini cartacei, al numero dei gruppi o articoli, che voglian dirsi, di cui venner composte cotali mie pile in confronto di quelle di DE LUC, e delle sue.

Io, siccome mi proponeva soltanto di determinare le varie *tensioni elettriche*, che sorgeano da varie di queste pile, e in varie circostanze; il tempo richiesto sia ad innalzare con esse i miei elettrometri comparabili a paglie, al grado cui potean giungere, giacchè tale innalzamento era or più or meno pronto e talvolta assai lento come accade massimamente ove i bollettini siano di semplice carta

Digitized by Google

nè d'acqua nè d'altra sostanza intrisa, sia a caricare a quell'istesso grado, o presso a poco questo o quello de' miei condensatori, le boccie di Leyden, picciole, mezzane, grandi, e fino le batterie più capaci disposte a dovere e tenute in quell'ottimo stato che conviensi per tali prove delicate: siccome tutte, o la massima parte di cotali sperienze io dirigeva alle mie ricerche intorno all'*Elettrometria*, di cui mi occupo da gran tempo; così mi bastavano per loppiù pile di 20. 30. 40. gruppi, dalle quali coll'ajuto di un condensatore anche non ottimo arrivava ad ottenere altrettanti gradi, o più del mio elettrometro a paglie sottili, delle scintillette, ecc., e quando pur volli aver qualche segno all'istesso elettrometro senza il soccorso del condensatore, con applicare cioè quello a dirittura ai poli della pila, mi contentai d'ingrandirla fino a 100. 150. 200. gruppi, tanto chè salisse esso elettrometro a più d'un grado, a 2. a 3. tantochè le scosse, che io non poteva avere direttamente dalla pila per la lentezza con cui si move il fluido elettrico attraverso que' bollettini troppo poco deferenti, le ottenessi dalle grandi giare o batterie caricate col dovuto tempo cioè in 10. 20. 30. o più minuti secondi, da essa pila, e al grado presso a poco di essa, e non mi curai di più: o a dir più giusto non ebbi la pazienza di accrescere ancora la pila, e portar i segni elettrometrici a più alto grado, stimando che non valesse la pena, contento altronde di prevederli, e poterli coi dati che aveva calcolare.

Il Sig. De Luc, ed Ella hanno altrimenti, e meglio pensato; e quindi mi han colle loro pile tanto ingrandite superato di lunga mano, se non nelle ricerche d'elettrometria, giacchè nulla più insegnano tali pile formate di un sì gran numero di gruppi, di quello dimostrano le mie più picciole, e comode, e dirò anche più costanti, più esatte, e più comparabili ne' loro effetti; ma nella novità di alcuni fenomeni vistosi, e sorprendenti, quali sono la perenne tensione non ad un grado, o due solamente, come riuscì a me, ma a più gradi degli elettrometri applicati immediatamente all'uno e all'altro polo, le notabili vicende e alternative a cui soggiacciono esse tensioni, indicate da essi elettrometri; e soprattutto le quasi perpetue oscillazioni de' pendolini (altra specie di elettrometri) adattati alla maniera di De Luc, e le realmente perpetue dell'ago calamitato adattato alla maniera sua, prestantissimo Sig. Professore, nella molto più bella, comoda, ed elegante macchinetta da Lei così bene immaginata e descritta, che mi piace al sommo e non posso finir di lodare.

Digitized by Google

Quanto al preteso merito essenziale di presentarci un istromento meteorologico, che indicar ne possa il vario stato elettrico dell'aria, e della terra, dirò apertamente, che lo tengo per un'illusione; e posso dimostrare che è un errore manifesto e palpabile. E come mai ha Ella adottato tale idea di DE LUC? Come mai non ha veduto, e toccato con mano, che le variazioni nei segni elettrometrici di coteste pile a bollettini di carta, o simili, dipendono unicamente dal più o men umido massime da quello che comunica l'ambiente ai bollettini di carta, di sostanza molto igrometrica, umido che dando un più libero passaggio al fluido elettrico, onde acquisti più rapido corso, rende l'azione della pila se non altro più pronta, che vuol dir molto; poi anche dal velo umido, che or più or meno ricopre l'esteriore or di essa pila, or dell'elettrometro, or degli altri isolatori, che v'intervengano, rendendoli meno isolanti, per lo che dissipandosi o meno l'elettricità, meno si alza l'elettrometro, ecc? Così è; l'umido produce nell'apparato degli effetti contrarj, e complicati secondo che viene contratto e ritenuto dall'interiore della pila, dai bollettini cioè, e riesce favorevole, o dall'esterna superficie della medesima, dell'elettrometro, ecc. e reca pregiudizio. Tali effetti complicati nella varie circostanze è impossibile calcolarli esattamente, però si possono con facilità valutare all'ingrosso; e a rilevare quanto influisca vantaggiosamente l'umido dei bollettini cartacei, o simili, basta tenere la pila per uno o due giorni in luogo umido, ed esplorarla poi in luogo e giorno convenientemente asciutto; siccome a rilevare l'influenza nociva dell'umido esterno, basta indurvi a bella posta tale umidità superficiale; che se infine procurisi l'umido maggiore a detti bollettini, nel modo indicato, o altrimenti, e allo stesso tempo la maggiore secchezza all'esterna superficie della pila, con esporla es. gr. per brev'ora a un'aura di fuoco, o a raggi del sole, si otterrà tutto quel vigore e prontezza di segni elettrici, ch'è atta a dare cotal pila, che non è a rigore, ma può ancora denominarsi *pila a secco*.

Insomma è troppo grande e troppo manifesta l'influenza dell'umido per non dover attribuire a questo le vicende che si osservano negli effetti or alti or bassi, or più or meno pronti di siffatte pile a bollettini di carta, o di altre sostanze similmente suscettibili dell'umido atmosferico; a che dunque andar in cerca di altre cause, e immaginare gratuitamente che dipendano dal vario stato dell'Elet-

Digitized by Google

tricità terrestre, e atmosferica? a che esaltare, e con qual fondamento tali pile, al grado di istromento meteorologico? Possono servire sibbene in qualche modo per l'igrometria, ma in niun modo per la Meteorologia elettrica.

Molte più cose Le potrei dire intorno a questa chimerica idea di De Luc che mi spiace di vedere da Lei adottata, e ad altre del medesimo non meno singolari e strane, ch'Ella combatte benissimo co' miei principj, e ch'io finirò di distruggere; ma riservo queste, e le ulteriori mie osservazioni sulla di lei macchina e dissertazione per l'altra lettera che le ho promessa. Intanto per non più ritardare le spedisco questa; e le domando se, e come devo rimetterle il suo Manoscritto; di cui forse ha bisogno.

Mi fo pregio di dichiararmi colla maggiore stima (1).

(1) *A questa lettera lo Zamboni rispose con una lettera, in data* 12 *sett.* 1812, *Cart. Volt. F.* 90, *della quale qui si riproduce un brano.*

« Egli è verissimo, che tanto le pile del Sig.r De Luc quanto le mie non differiscono altro che nel numero da quelle che V. E. ha sì ingegnosamente composte con bollettini di carta intrisa di qualche sostanza molle o semiliquida, come il vischio od il miele; ed io mi compiaccio di aver, pochi giorno sono,usato di un metodo analogo per distendere sul rovescio della carta di argento il carbone polverizzato in luogo della piombaggine di cui le ho parlato nella seconda mia lettera ».

(*Nota della Comm.*).

Digitized by Google

Digitized by Google

III. - APPENDICE

Lettere sull'aria infiammabile (33).

Memoria sull'uniforme dilatazione dell'aria (34).

Enunciato delle leggi riguardanti le tensioni dei vapori saturi (35).

Meteorologia elettrica (36).

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERE SULL'ARIA INFIAMMABILE

Dalla *Collezione Antinori:* – Tomo III

a) Lettera I al Padre Campi (intera)
pag. 3 e seg.

b) Lettera II al medesimo (in parte)
pag. 8 e seg.

c) Lettera V al medesimo (in parte)
pag. 35 e seg.

Nota.

Nel 1777 il Volta pubblicò, in un volumetto, sette lettere dirette al Padre Campi, sull'aria infiammabile nativa delle paludi.

Nella prima lettera, che si pubblica, il Volta comunica di aver constatato la presenza di aria infiammabile in molti siti, e di averne ottenuto in grande quantità smovendo il fondo melmoso dei corsi d'acqua.

Nella lettera seconda, il Volta informa dove si svolge e come

Digitized by Google

si raccoglie l'aria infiammabile nativa delle paludi, ed accenna a taluna delle sue idee intorno alle arie infiammabili.

Mentre tutti gli scienziati di quel tempo ritenevano che l'aria infiammabile ripetesse le sue origini unicamente dai minerali, il Volta ritiene che essa provenga dalla decomposizione delle materie organiche.

Della lettera quinta si pubblica una nota, nella quale il Volta pone in luce la portata della sua scoperta, mettendola in relazione colle conoscenze che sino allora si avevano in proposito.

Digitized by Google

a) *Ant. Coll.* - T. III - *Pag. 3.*

LETTERA PRIMA
AL PADRE CARLO GIUSEPPE CAMPI
C. R. S.

. . . . . canes ut montivagae persaepe ferâi
Naribus inveniunt intectas fronde quietes,
Cùm semel invenerint vestigia certa viai:
Sic aliud ex alio per te tute ipse videre
Talibus in rebus poteris, caecasque latebras
Insinuare omnes, et verum protrahere inde.
LUCR. I. 405.

CARISSIMO AMICO

Como, li 14 *Novembre*, 1776.

Quando mi scriveste primamente della sorgente d'aria infiammabile da voi ritrovata sul principio dell'autunno, e quindi conversammo alcuni giorni insieme, vi ricorderà quanti discorsi, e quante congetture si fecero tra noi sul soggetto sempre più maraviglioso ed interessante delle diverse specie d'aria, e particolarmente da quella da voi scoperta vicino

« del bel Colle,
« Cui bacia il Lambro il piede,
« Ed a cui Colombano il nome diede,
« Ove le viti in lascivetti intrichi
« Sposate sono in vece d'Olmi a' Fichi
(Redi, Ditir.)

e come già ci disponevamo a recarci colà in compagnia di qualche altro amatore della Storia Naturale per esaminare con agio e attentamente il fondo da cui viene tramandata cotest'aria, l'acqua attraverso alla quale essa gorgoglia, il terreno circostante, e le falde di quegli ubertosi amenissimi poggi. Forse ad oggetto di conferir meco voi vi portaste a Como; io sicuramente per associarmi a cosiffatta spedizione e studiosa ricerca venni con voi a Milano. Quanto me

Digitized by Google

ne sapesse male tosto che intesi svanito il bel progetto, io non vel so esprimere: buon però, che le idee allora concepite delle ricerche da farsi ne' dintorni di quel luogo, mi partorirono, con minor dispendio, e facilità poco aspettata, un non inferiore anzi assai miglior successo. Che direte, s'io v'annunzio a prima giunta, che ho ritrovato e raccolto *Aria infiammabile* in altre parti, ove ebbi a portarmi nel corrente autunno, e perfino quì a Casa mia? che, ovunque io mi trovi, mi volga a destra o a sinistra, ho ben pochi passi a fare, perchè la terra e l'acqua mi forniscano aria infiammabile bella e preparata, e in quanta copia mi piaccia di volerne? Così è, Amico, lo svolgersi e salir su dal fondo attraverso all'acqua vivi gorgoglj di aria infiammabile, avvegnachè sia un fenomeno estremamente curioso, in quanto ci sembra o raro, o quasi nuovo, e ci apre la via ad altre importanti ricerche, non è, nè debbe più riputarsi cosa propria della sorgente da voi osservata, da poi che io ho raccolto di tal'aria in diversissimi siti, da laghi, da stagni, da fonti; ove però non si voglia aver in conto di singolar prerogativa il gorgogliare spontaneamente, e in copia grande, e tratto tratto, come fa l'aria del vostro fonte, quando negli altri conviene per lo più eccitare il gorgoglio, con ismuovere e rimestare il fondo. Mi richiamo con compiacenza il *Verbano*, che mi offrì prima d'ogni altro lo spettacolo ricercato sì, ma non isperato: quindi il mio *Lario* non ismentì la concepita e fondata aspettazione; alcuni rigagnoli poi, e alcune pozze la superarono di gran lunga.

Ecco come m'avvenne di fare la scoperta. Sovvengavi come io proposto vi aveva (se iti fossimo là ove faceste voi il primo ritrovamento) di fare non lungi dalla sorgente alcuni scavamenti, e ricolmatili d'acqua sommuovere con checchessia la terra sottoposta per isprigionarne l'aria, se ve ne avea, la quale venuta a fior d'acqua in forma di gallozzole, avremmo raccolta al modo solito in caraffe immerse colla bocca nell'acqua, per indi esaminare se cotest'aria pure era infiammabile, o di alcun'altra delle tante fatte a nostri dì per la prima volta conosciute; vi soggiunsi eziandio come io andava meditando di usare cotal mezzo di raccoglier aria e spiarla, sopra il letame, ed altre corrotte materie, quando rimpatriato, ne avessi il comodo. Or bene, pieno di queste idee, non prima m'avvenni a guardare un'acqua limacciosa (e ciò fu nel diportarmi in una navicella sul *Lago Maggiore*, e nel costeggiare certi canneti vicini ad

Digitized by Google

Angiera, il giorno 3 del corrente) che messomi a frugarvi dentro col bastone, l'aria cui vidi copiosamente portarsi a galla, mi destò la brama di raccoglierne una buona dose in un capace vaso di vetro. Io la avrei creduta, come era cosa ovvia, aria *putrida*, e *flogisticata* a segno di spegnere tostamente la fiamma di una candela, se l'odore non m'indicava, che potea ben essere aria infiammabile, odore a me tanto noto, e cui per molti esperimenti fatti debbo pur saper distinguere, che francamente predissi alle persone le quali allora eran meco, e ad altre che invitai la mattina seguente, 4 Novembre, che quell'aria sarebbe andata in fiamma, spettacolo che s'avverò con loro non poca sorpresa, e mia molta soddisfazione.

Venendo ora alle minute circostanze, quest'aria arde assai lentamente con una bella vampa azzurrina, non altrimenti che quella da voi ritrovata. Perchè si allumi, e ne apparisca in vago modo la fiamma, conviene che la bocca del vaso sia larga anzi che no, perchè se è soverchiamente angusta, al presentarle una candeletta accesa, nascono bensì degli scoppietti e molti e successivi, ma tutti debolissimi, e tali che appena potete discernerli. Io soglio adoperare, per le esperienze piccole, un vasello di vetro cilindrico alto dai tre ai quattro pollici, largo uno in tutta la sua cavità, salvo che nella bocca, la quale ha intorno a un mezzo pollice di diametro. Appressandovi una candela, è pur cosa graziosa il vedere coprirsi la bocca d'una fiammetta azzurra, e questa giù scendere lento lento lunghesso le pareti del vaso, quasi lambendole, fino al fondo; ma più bello e più curioso riesce lo spettacolo, ove s'immerga nel vasello medesimo, per mezzo di un filo di ferro ripiegato, un mozzo di candeletta accesa; perchè allora la fiamma di color cilestro esce più stesa e con qualche sorta d'empito. Se la candela vien calata profondamente, s'estingue, mentre sulla bocca l'aria arde tuttavia, e va pian piano avanzandosi verso il fondo, da cui discostando la candela si riaccende al primo toccar la fiamma che avvampa su l'orlo. Ciò non è appunto quello stesso che accade all'olio, allo spirito di vino ec.? Una fiaccola tuffata in uno di cosiffatti fluidi non si spegne, che accostata alla superficie vi appicca fuoco cosicchè allegramente ardano? Qual più bella prova di questa per dimostrare che la stess'aria infiammabile, non altrimenti che qualunque altra sostanza accensibile, non può ardere se non in contatto dell'aria pura atmosferica? Sono ec.

Digitized by Google

b) *Ant. Coll.* - T. III - *Pag. 8.*

LETTERA SECONDA
al medesimo

Como, 21 *Novembre*, 1776.

Nil adeo magnum, nec tam mirabile quidquam
Principio, quod non minuant mirarier omnes
Paullatim . . . . . .
Desine quapropter novitate exterritus ipsâ
Exspuere ex animo rationem: sed magis acri
Judicio perpende; et si tibi vera videtur,
Dede manus . . . . . . LUCR. II. 1025.

Prima di passare ad alcune altre particolarità che ci offre cotesta nuova aria infiammabile, conviene che vi renda un conto più esatto della scoperta in tutta la sua estensione. Considerando i siti, i quali fornito m'aveano aria infiammabile, cioè le Paludi del Lago Maggiore, il cui fondo altro non era che una terra soffice e leggiera, ossia un pacciume di radici, cannucce, nicchj, erbette infradiciate ec.; e vedendo l'aria sprigionatane infiammabile sì, ma debolissimamente, credetti in prima in prima, che alla produzione di tale aria non si richiedesse meno di un cosiffatto ammasso larghissimo e profondissimo di puro fradiciume, ossia di vegetabili scomposti e ridotti in terra. Dirovvi eziandio, che le mie idee si volsero tosto alla *Torba*, attesa la qualità sua di infuocarsi, e di ardere con una fiamma turchina. Pertanto appena appena io avrei sperato di raccogliere aria infiammabile lungo le sponde di questo mio Lago non guari discoste dalla Città, ove non avvi alcun canneto, nè fondo d'acqua assai fangoso, ma avviene soltanto di trovarsene taluno coperto di poltiglia, o al più di erbacce verdi: con tutto ciò era cosa assai naturale, che io non lasciassi di fare sopr'essi pure l'esperimento. Prima adunque passeggiando rasente queste rive, e colla canna tentando, e quasi interrogando per ogni dove il fondo dell'acqua, vidi che ovunque esso non era troppo sodo, o puramente ghiaioso e sassoso, montava al pelo dell'acqua ove un maggiore ove un minor numero di gorgoglj d'aria. Giudicandone anticipatamente l'avrei riputata, a dir molto, *flogisticata*, e talora punto o poco diversa dalla comune, quando cioè io

Digitized by Google

la snidava da un letto che sembrava terra pura o sabbia fina. Ma fatto sta, che messa alle prove riuscì in ogni caso infiammabile, tranne un solo, in cui la trovai *flogisticata*, perchè spense una candeletta al primo immergervela dentro.

Dopo un cosiffatto non meno avventuroso che inatteso successo, immaginate se io lasciai intatto fonte o fiume, polla o rigagnolo, fosso o pozzanghera in cui m'avvenissi. Sì, per lo spazio di ben molti giorni, altro non ho fatto che andare tastando e rimestando ogni letto d'acqua del contorno, colla tasca piena di guastadette che mi riportava a casa colme di novella aria. A dir corto, non v'ebbe fondo da cui io potessi in qualche modo ottener aria, che questa non sia stata infiammabile, se non che sovente l'ho trovata confusa con qualche porzione d'aria fissa; e niuno niuno ha rifiutato di darmene, salvo che fosse o affatto duro o ghiaioso.

Ho detto d'aver raccolto aria da que' fondi pure che coperti non sono d'alcun fracidume, ma veggonsi, per così dire, spalmati d'una semplice falda di melma o belletta, che a prima giunta direste terra pura o anzi arena sottile; e di avere non senza maraviglia trovata tal'aria infiammabile al par dell'altra. Non debbo però tralasciare di soggiugnere, che l'aria sbucata di là è di gran lunga meno copiosa di quella che si sviluppa dal letto di certe acque composto di erbe putride ammucchiate e confuse con un loto leggiere e consenziente. Alcuni fossati e certe acque morte, corrotte e puzzolenti brulicano tutte di gallozzole d'aria, solo che dolcemente se ne smuova il fondo; anzi molte di cotali bolle veggonsi comparire qua e là spontaneamente, e non di rado avviene di vederne coperta tutta quant'è la superficie, attesochè portatesi a galla durano ivi assai tempo senza crepare. Egli è adunque non poco verisimile che dai vegetabili macerati e corrotti nell'acqua, e fors'anche dagli animali (perchè nella fanghiglia d'alcuni stagni abbondanti d'aria mi sono venuti sott'occhio gli avanzi di più insetti) e non dalla pura terra o da altra fossile sostanza, molto meno poi dall'acqua, abbia la sua origine questa nostr'aria infiammabile. Difatti esaminando le cose più attentamente, rinvenni che eziandio in que' letti, i quali sembravano fatti di null'altro che di terra, eppure sprigionavasi da essi o poca o molt'aria, vi avea, se non altro, un musco o qual si fosse erba, o muffa verdiccia e mucillaginosa che copriva alcuni sassi: ed ove non incontravasi neppur questa, e la ghiaia e i ciottoli tra-

Digitized by Google

sparivano mondi e lisci, e l'acqua se ne scorrea limpida, una gallozzola, che è pur poco, non era da sperarsi; anzi non m'avvenne mai di poterne ottenere una nè meno dal fango delle pubbliche vie.

Dopo aver saggiata la terra che dorme, dirò così, sotto l'acqua, mi è tosto corso per la fantasia (come già vi dissi che aveva in animo di fare ne' contorni della sorgente da voi osservata) di esaminare la terra vicina all'acqua, ma non bagnata. Ho scelto pertanto un terteno paludoso, lasciato quasi in secco pel ritiramento del nostro Lago; e mi sono accinto a far le prove in due modi. Il primo fu di scavare a bello studio alcune pozzettine nella mota (altre eran belle e formate dalle orme stampate profondamente) e ricolmatele d'acqua, col frugare alla maniera usata per mezzo del bastone, snidai l'aria, diligentemente la raccolsi, e non mancò alla prova d'infiammarsi. L'altro che mi offrì uno spettacolo più bello e più grazioso, fu di spignere a viva forza il bastone nel terreno ov'era meno sodo e più nericcio, o d'erbe guaste ricoperto, e trattolo fuori, presentar tosto al pertugio una candeletta accesa. Era pur bello il veder nascer subitamente una fiamma azzurrina, e una parte d'essa lanciarsi in alto, l'altra immergersi e andar radendo il fondo. Scavando poi in fretta molte pozzette contigue, gli occhi non sapean saziarsi in mirare la fiamma scorrere da una all'altra, ed ora a questa, ora a quella appiccar fuoco, ed ora arder tutte e brillare a un tempo e a un tratto, in ispezie se io co' piedi o m'aggravava sul terreno o lo calpestava perchè ne schizzasse più aria.

Digitized by Google

c) *Ant. Coll.* - T. III - *Pag. 35.*

LETTERA QUINTA
al medesimo

Como, li 8 Gennaio, 1777.

Tu mihi da tenues aures animumque sagacem;
Ne fieri negites, quae dicam, posse, retròque
Vera repulsanti discedas pectore dicta,
Tu temet in culpâ cùm sis, ne cernere possis.
LUCR. IV. 910.

Se quando trovai da prima l'aria infiammabile nativa in tanta copia, e pressochè ad ogni passo, tosto dovetti comprendere che non tutte le fonti e le cagioni, ond'essa viene dalla natura generata, erano state per l'addietro scoperte, poichè la più universale, quella ce ne fornisce a dismisura, voglio dire, l'impaludar delle acque, e il macerarsi, e il corrompersi in esse de' vegetabili e degli animali, io non la trovava tampoco fra le altre annoverata (1): Se, dico, compren-

d) *Ant. Coll.* - T. III - *Pag. 53.*

(1) Checche siasi detto da alcuni o male istrutti o invidiosi per togliere a me il pregio della scoperta, predicandola un ritrovamento già noto e descritto in Opere oltramontane; egli è certo però, che nè il Sig. *Pringle* nel suo Discorso sulle Arie, letto alla Società Reale, li 30 Novembre 1773 (vedi il Vol. II della Scelta d'Opusc. interess.) in cui prima di riferire le nuove sperienze del Dr. Priestley, tesse una breve, ma esatta storia delle scoperte fatte fino a quel tempo; nè Mr. Lavoisier nel suo *Saggio Storico sopra le emanazioni elastiche* (vedi Opusc. Phys. et Chim. Vol. I. 1774) assai più esteso e minuto intorno alle medesime scoperte, e agli autori di esse; nè finalmente il Dr. Priestley, il quale gli ha tutti di lunga mano sorpassati, nell'Opera sua maravigliosa compresa in due volumi (Experiments and Observations on different kinds of Air. Vol. I. 1774 - Vol. II. 1775) hanno parlato mai d'aria infiammabile generata da vegetabili o da animali corrotti sott'acqua, e che si snida agevolmente dal letto di ogni fosso, o stagno. Questi autori, ed altri, a dir vero, hanno parlato delle arie infiammabili *native*, o per usar l'elegante espressione del Sig. Pringle, *fattizie della Natura*, ma hanno riconosciuta la produzione di esse unicamente da' minerali, imperciocchè avevano rinvenuta l'aria infiamma-

Digitized by Google

der dovetti, che assai rimaneva a sapersi e a tentare intorno all'origine varia delle arie infiammabili: quando poi con un esito assai più felice che aspettato, giunsi ad accendere l'aria infiammabile colla sola scintilla elettrica, m'avvidi che assaissimo pure eravamo lontani dal conoscere tutti i modi, e tutte le cagioni e circostanze del-

---

bile stanziante d'ordinario nelle cave di carbon fossile, e nelle miniere di sal-gemma. Egli si scorge ancora da altre particolari e recenti descrizioni di alcune acque, la cui superficie con universale altissima maraviglia si fa talora vedere coperta di fiamme, e dalle quali descrizioni appare che la viva sorgente d'aria infiammabile era stata o sospettata (vedi la Lettera del Sig. Dr. Franklin da noi riportata alla p. 14) o avverata col raccogliere di cotal aria, ed appiccarle fuoco lungi dalla sorgente medesima (vedi il passo ivi pure inserito del Ch. Sig. Dr. Targioni); si scorge, dico, che in ogni caso presumevasi l'aria infiammabile provenuta da vigorosa azione di fuoco,da acidi e metalli, insomma da minerali. In fine chiunque ne ha scritto e parlato, era tanto lontano dall'attribuirla al disfacimento e alla putrefazione delle sostanze vegetabili o animali, quanto dall'idearsi che cotale aria infiammabile sviluppar si potesse, e raccogliere da ogni letto d'acqua pantanoso. Il soprallegato Sig. Dr. Targioni, così infatti mi scrive (Firenze 16 Dicembre 1776). « Ho pro-
« vato sommo piacere in restare informato della facilità, con la quale Ella ha po-
« tuto senza artificiosi meccanismi ottenere dai terreni paludosi aria infiammabile,
« non avendo io finora potuto averne se non che con i metodi Priestleyani, e con
« raccogliere quel fluido elastico che si sprigiona da un'acqua minerale di un luogo
« detto *Bagnolino* poco distante da Firenze: come già accennai nel vol. I della mia Raccolta ec. »

Lo stesso Dr. Priestley in una lettera al Sig. Pringle (Op. cit. Vol. I, part. II. Observations on Air from putrid Marshes, pag. 198) avendo invincibilmente provata l'insalubrità, massimamente dell'aria che s'alzava in forma di bolle dall'acqua corrottissima d'un truogolo, nè ci dice d'averla trovata infiammabile, nè sembra pur essergliene nato alcun sospetto. Egli avea bensì preso dubbio (ivi pag. seg.), che un'altr'aria, la quale gorgogliava copiosamente da una picciola polla d'acqua ne' contorni di Wakefield nell'Yorkshire, potesse esser infiammabile. Ma perchè? Per essere quel luogo, allora coperto dall'acqua, uno scavamento dianzi fatto colla mira di trarne del carbone. Egli però venuto a farne la prova, trovò quell'aria raccolta in buona dose, mediante il sommuovere con un bastone il fondo soffice, la trovò dico, punto o poco diversa dalla comune: cosa veramente rara, che a lui sia avvenuto nel primo ed unico esperimento, ciò che avvenne a me una volta sola, dopo i cinquanta e i sessanta esperimenti, cioè di snidare e di raccogliere da un letto d'acqua una buona dose d'aria non solo non infiammabile, ma neppure flogisticata!

Ma è egli possibile, che non siasi mai più, d'indi in poi, dato a raccogliere e spiare, all'istesso intendimento, l'aria di tanti altri fossi, che pur avrebbe trovata senza dubbio infiammabile coll'appressarvi una candela accesa? esperimento facilissimo che lo avrebbe naturalmente guidato a riconoscere la corruzion vegetabile e animale per fonte ricchissimo d'aria infiammabile. Tant'è: troppo diverse eran le idee ch'egli si era fatto circa l'aria generata dalla putrefazione. Secondo lui, le so-

Digitized by Google

l'infiammamento di cosiffatte arie. Da quel punto adunque in poi mi proposi di ripetere fino alle più semplici e triviali sperienze proposteci su di tale oggetto, ora materialmente e scrupolosamente rifacendole, or variandone e modificandone a grado mio alcuna circostanza.

---

stanze vegetabili ed animali non mandavano aria infiammabile che mediante la distillazione eseguita con un calor violento: in ogni altro caso, l'aria prodotta era o fissa, o putrida flogisticata. L'articolo che si legge nell'opera di sopra citata (Vol. I. Sect. IV. pag. 82) basta esso solo ad informarci di ciò che egli sentiva intorno a questa materia, e del segno a cui erano giunte le sue sperienze. « Se un pezzo di carne di « bue o di montone, cruda o cotta pongasi vicino al fuoco, in guisa che il calore « agguagli, o anzi superi quello del sangue, nello spazio di uno o due giorni verrà « generata una considerevole copia d'aria, una settima parte di cui, ho generalmente « trovato venir assorbita dall'acqua, e il restante esser infiammabile; ma l'aria ge- « nerata dai vegetabili nelle medesime circostanze è pressochè tutta aria *fissa, e* « *nessuna porzione di essa è infiammabile.* Ho osservato ciò più e più volte, facendo « tutto il processo nel mercurio . . . . . Una sostanza vegetabile, dopo essere « stata un giorno o due in queste circostanze, renderà a un di presso tutta l'aria « che se ne può estrarre in quel grado di calore. » Dopo aver riferiti alcuni altri esperimenti non molto dissomiglianti dagli accennati, fatti col lasciar imputridire alcuni sorci in vasi pieni d'acqua e colla bocca pure immersa nell'acqua, conchiude che l'*Aria per tal modo generata spegne la fiamma, ed è fatale agli animali.*

Da tutto ciò risulta evidentemente (per dirlo un'altra volta), che Priestley, le cui esperienze, e i cui ritrovamenti segnatamente mi vengono opposti, era lontano assai assai dal conoscere quell'aria infiammabile, che è il prodotto della semplice putrefazione, e soprattutto de' vegetabili, senza il concorso di un intenso calore, come dall'imaginarsi che tanta ne stanziasse generalmente confusa e incorporata col fango delle paludi.

Eppure gli accidenti non molto rari di chiaviche e fogne abbandonate, di cisterne e sepolcri, in cui al calar un lume, in luogo di estinguersi, come il più delle volte accade, si vide anzi tutta l'aria andar in fiamma, pare che dovessero fargli nascere sospetto che l'aria infiammabile può aver origine anche dal solo natural corrompimento, portato però all'ultimo grado, e fino alla riduzione delle sostanze organiche in terra, secondo che ho accennato sul fine della terza lettera. La copia poi di cotal aria che cova sotto delle acque, e spesso ne sale al filo spontaneamente in forma di gallozzole, la facilità con cui in grandissima copia può venire snidata e raccolta, e i suoi tentativi finalmente incominciati sopra taluna di queste acque, di cui s'è fatto parola, doveano senza meno condurlo a discoprire cotesta universalissima origine dell'aria infiammabile. Io, a dir vero, non so finire di maravigliarmi, e a gran pena persuadere mi posso, che ella sia stata fino al dì d'oggi sconosciuta a quell'acuto instancabile Osservatore, non meno che a tanti altri, soprattutto dopo il fermento da alcuni anni in qua nato, e largamente propagatosi, di far esperienze sulle diverse spezie d'aria. Ma pur troppo frequenti sono gli esempi di scoperte ovvie e facili, a cui guidava un sentiero largo e diritto, e per far le quali non mancava che un passo, e ciò nulla ostante ritardate ad anni, a lustri, a secoli. Vedi *Melanges de Mr. d'Alembert.* Vol. V. pag. 55.

Digitized by Google

Digitized by Google

(34)

MEMORIA SULL'UNIFORME DILATAZIONE DELL'ARIA

Dalla *Collezione Antinori:* Tomo III

NOTA.

Questa memoria è di capitale importanza.

Nel cartellario Voltiano, che si conserva presso il R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano, esistono manoscritti Voltiani (la cui pubblicazione avrà luogo nell'ultimo volume dell'Ediz. Naz.) i quali collegano strettamente i concetti svolti in questa Memoria, e le conseguenze dedotte da questi, cogli studi compiuti dal Volta nella ricerca di una legge che esprimesse i rapporti intercedenti fra le temperature e la corrispondente tensione di un vapore saturo.

Dallo studio di questi manoscritti emerge come il Volta, intorno al 1795, e comunque prima del 1802, fosse stato portato ad affermare, non solo l'uniforme dilatazione dei gas, ma anche l'eguaglianza dei loro coefficienti di tensione, e quindi dei loro coefficienti di dilatazione, cosicchè si deve, senza riserva, attribuire al Volta la legge che comunemente s'intitola al Gay Lussac.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ant. Coll. - T. III - *Pag. 329.*

MEMORIA

SULLA UNIFORME

DILATAZIONE DELL'ARIA

Per ogni grado di calore, cominciando sotto la temperatura del ghiaccio fin sopra quella dell'ebollizione dell'acqua: e di ciò, che sovente fa parer non equabile tal dilatazione, entrando ad accrescere a dismisura il volume dell'aria.

§. 1. Sono ormai presso a due secoli, che il *Termometro d'Aria*, chiamato dal nome del suo inventore *Drebbeliano* ha messa sotto gli occhi nel più bel modo la dilatazione, che produce nell'aria il calore, e mostrato ai Fisici un facile mezzo, come pare, di misurarla. È ben naturale, che si rivolgesse tosto la loro attenzione a quest'oggetto, e che si moltiplicassero le sperienze per iscoprirne e determinarne le leggi. L'aria si dilata ella uniformemente pel calore, cioè procede con passo equabile, ricevendo eguali aumenti di volume per eguali addizioni di calore? Oppure ha una marcia diseguale, e più o meno a salti? E qual è la quantità di cui cresce per ogni giunta data di calore? Ecco le quistioni, che dovettero fin da principio presentarsi, e a cui indirizzate si sono, allora e dopo, le ricerche di molti. Or chi non si maraviglierà, che essendosi da quell'epoca i più grandi Fisici applicati a queste investigazioni, a determinare cioè di quanto appunto si dilati l'aria per ogni addizione di calore, vi abbia ancora una grande discordanza ne' resultati loro, in tempo che si è pure perfezionata cotanto la *Termometria?*

§. 2. Si è trovato, che la dilatazione del mercurio è sensibilmente proporzionale al calore, che in lui s'accresce; almeno dal termine della congelazione dell'acqua, fino a quello dell'ebollizione della medesima: cioè, che esso mercurio acquista, dentro questi

Digitized by Google

limiti, aumenti di volume prossimamente eguali, per eguali addizioni di calore. Ciò ha dimostrato prima di tutti con dirette prove e molteplici, fatte col mescere a diverse dosi acqua calda e fredda (giusta il suggerimento del Sig. Sage di Ginevra) il cel. De-Luc; ed hanno in seguito confermato molti altri, tra i quali il Dr. Crawford, che con accuratissime sperienze dello stesso genere, ed altre di genere diverso, e con termometri di mercurio della massima delicatezza, ha portato la cosa a maggior precisione ancora.

§. 3. Ma tale corrispondenza delle dilatazioni e condensazioni del mercurio, cogli aumenti e decrementi del calore, è ella poi esattissima? Non già: anzi dalle sperienze del cit. De-Luc appare, che anche questo liquido si scosti alquanto da quell'uniforme andamento, che si vorrebbe, e siegua nel condensarsi per eguali perdite di calore, una marcia qualche poco decrescente. Ecco la tavola di comparazione, che egli medesimo ce ne dà, in cui z è posto per la quantità di calore richiesta a fondere il ghiaccio.

Digitized by Google

	CALORI REALI	Punti corrispondenti del Termometro di Mercurio	Condensaz. del Mer. per dim. del cal. eguali tra loro partendo dall'acqua boll.
Cal. dell'acqua boll.	$z + 80$	80, 0	
			.. 5, 3
	$z + 75$	74, 7	
			.. 5, 3
	$z + 70$	69, 4	
			.. 5, 2
	$z + 65$	64, 2	
			.. 5, 2
	$z + 60$	59, 0	
			.. 5, 2
	$z + 55$	53, 8	
			.. 5, 1
	$z + 50$	48, 7	
			.. 5, 1
	$z + 45$	43, 6	
			.. 5, 0
	$z + 40$	38, 6	
			.. 5, 0
	$z + 35$	33, 6	
			.. 4, 9
	$z + 30$	28, 7	
			.. 4, 9
	$z + 25$	23, 8	
			.. 4, 9
	$z + 20$	18, 9	
			.. 4, 8
	$z + 15$	14, 1	
			.. 4, 8
	$z + 10$	9, 3	
			.. 4, 7
	$z + 5$	4, 6	
			.. 4, 6
Cal. del ghiac. fon.	$z + 0$	0, 0	
			80, 0

Digitized by Google

§. 4. In questa Tavola si vede, come le dilatazioni e condensazioni del mercurio non corrispondono esattamente alle quantità reali di calore accresciuto o diminuito; come le condensazioni tengono una marcia decrescente relativamente a delle perdite di calore eguali fra loro: ma che però le differenze sono picciole. Or che dirassi, se anche queste picciole differenze svaniscono o almeno divengono picciolissime e affatto trascurabili? Se ove il maggior deviamento nelle sperienze di De-Luc va a circa un grado e mezzo verso la metà della scala, cioè intorno ai 40 gr., in molte di Crawford non arriva neppure a mezzo grado? Tali sono i risultati di queste nuove sperienze, fatte (come dicemmo) colle più scrupulose attenzioni, tanto collo stesso metode delle miscele d'acqua calda e fredda, quanto con un altro metodo ed apparato da esso Crawford ingegnosamente immaginato: dalle quali sperienze conchiude, che il mercurio si dilata pel calore molto più uniformemente, di quello che il medesimo De-Luc avea rinvenuto; e che per conseguenza il Termometro mercuriale ci dà una misura prossimamente accurata del calore.

§. 5. Questa equabile dilatazione, corrispondente agli aumenti di calore, se non con tutta esattezza, con quella maggiore che aspettare da noi si possa, questa, dico, uniforme dilatazione, che riscontrasi nel mercurio, non si osserva già in altri liquidi, cioè nell'acqua, negli olj, negli spiriti, i quali tutti si dilatano pei primi gradi di calore meno, indi sempre più, in una proporzione molto crescente pei gradi ulteriori. Così inversamente tengono una marcia assai decrescente le loro condensazioni, comparativamente a delle perdite di calore che sono eguali. L'acqua singolarmente si dilata poco o nulla pei primi gradi di calore, e in contraccambio moltissimo pei gradi superiori: tal che un Termometro d'acqua, per una metà di quel calore che dalla temperatura del ghiaccio, ossia dal zero, del Termometro Reaum., lo fa andare a 80 gradi; termine dell'ebollizione, ben lungi di arrivare a 40, come ci arriva puntualmente il Termometro mercuriale (non contando quel piccolissimo errore di una frazione di grado (§. pr.)), resta in dietro tra 20 e 21. Che più? Ritiene essa acqua lo stesso volume appena fusa, ossia al zero R. e ad 8 gr. sopra tal punto. Diminuisce è vero un poco raffreddandosi dagli 8 gr. fino ai 4, cioè di ½ grado: ma questo picciolo volume perso torna poi ad acquistarlo raffreddandosi di più

Digitized by Google

fin verso il zero, ancorchè non passi essa acqua ancora alla congelazione, arrivando la quale si dilata assai più.

Lo spirito di vino non si scosta tanto nelle sue dilatazioni e condensazioni dall'andamento del calore, e meno ancora gli olj; ma però sono considerabili le deviazioni eziandio in questi: e in generale non v'ha liquido, le cui mutazioni di volume siano così corrispondenti alle quantità reali di calore, come lo sono quelle del mercurio: giusta le prove fatte sopra dieci fluidi diversi dal più volte lodato Sig.De-Luc, e quelle sopra 44 fluidi dal Sig. Achard. Adunque niuno dei Termometri di spirito di vino, di olio, e peggio di acqua, misura con gradi equidistanti eguali quantità di calore: ciò che fa unicamente il Termometro di mercurio, con una esattezza, di cui possiamo essere contenti, come già si è mostrato (§. 2 e 4), ed è in oggi riconosciuto generalmente dai Fisici.

§. 6. Or che diremo del Termometro di Aria? Cosa si è fatto e trovato fin quì, in poco meno di duecento anni, riguardo alla dilatazione equabile di essa aria, proporzionale cioè, e non proporzionale alle quantità reali di calore? Che se ne sà in oggi? Nient'altro quasi, se non che non convengono su di ciò i Fisici più grandi, e sperimentati: come non convengono neppure di quanto si dilati essa aria, data la temperatura e. g. di 10, 15, 20 gradi Reaum., per 1 grado di calore, per 5, per 10, che acquisti dipiù. Nè già è picciola la differenza ne' risultati, che ci danno delle loro sperienze; giacchè chi la fa dilatare meno di $\frac{1}{200}$ per grado, chi più assai.

§. 7. Non è molto da attendersi l'asserzione di alcuni Fisici, i quali dietro ad esperienze troppo in vero grossolane, e niente accurate, portano da 2 a 3 la dilatazione dell'aria riscaldata dalla temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente: il che verrebbe ad essere $\frac{1}{160}$ per ogni grado del Termometro Reaum. ripartendo egualmente un tal aumento negli 80 gradi. Da altri però più comunemente è stata supposta, come riferisce il Cav. Schuckburgh, minore d'assai, cioè di $\frac{1}{400}$ per ogni grado del Termometro di Fahrenheit; che viene ad un $\frac{1}{178}$ circa per grado della *Scala Reaumuriana*.

Il Sig. Amontons, con quel suo ingegnosissimo Termometro d'aria, il quale, invece delle effettive dilatazioni o condensazioni, indicava equivalentemente i relativi aumenti o decrementi della di lei elasticità, avea trovato, che passando dalla temperatura dell'ac-

Digitized by Google

qua bollente a quella del ghiaccio diminuiva la forza elastica dell'aria, indicata dal peso di mercurio ch'essa potea sostenere, da 73 a 51 ½ circa; e però che il rapporto della forza espansiva dell'aria alla temperatura del ghiaccio, e a quella dell'acqua bollente, era come 100 a quasi 142. Facendo pertanto il ragguaglio al Termometro Reaum. le dilatazioni dell'aria arriverebbero appena per ogni grado ad $\frac{1}{190}$ del volume ch'ella ha alla temperatura del ghiaccio.

§. 8. Il Sig. De-Luc persuaso essere della massima importanza il conoscere esattamente la marcia delle dilatazioni dell'aria, pel calore, credè difficilissimo il poterla determinare con esperienze dirette, semprechè si trattasse di confinarne un volume qual si fosse entro a vasi, come nel Termometro Drebbeliano, in quello d'Amontons, o in somiglianti altri apparati. Si rivolse pertanto a dedurla dalle sue sperienze barometriche, dirette a misurare le elevazioni de' luoghi: quindi cercando a correggere le differenze, che produce l'aria più o meno rarefatta dal calore nelle misure di dette elevazioni indicate dall'altezza del barometro, trovò *che intorno alla temperatura fissa* (che da lui si prendeva a gr. 16 $\frac{3}{4}$), *la correzione per un grado del Termometro era all'altezza del luogo*, come 1 a 215. Di tanto dunque conchiude De-Luc che si dilati l'aria, cioè di $\frac{1}{215}$ per ogni grado di calore del termometro diviso in 80 dal punto della congelazione dell'acqua a quello dell'ebollizione.

§. 9. Questa dilatazione dell'aria fissata così dal Sig. De-Luc, in $\frac{1}{215}$ per grado, è stata in appresso adottata da varj Fisici, tra i quali da' Sigg. Lavoisier e De La-Place, che ce la danno per regola di ridurre al giusto i volumi dell'aria, e dei gas, nelle sperienze pneumato-chimiche. Per altro il Sig. Trembley in una memoria stampata in fine al secondo Tomo dei *Viaggi nell'Alpi* del Signor di Saussure, la quale contiene l'analisi della maggior parte delle sperienze fatte, come quelle di De-Luc, per la determinazione delle altezze col mezzo del Barometro, trova cotal dilatazione dell'aria supposta da De-Luc di $\frac{1}{215}$ per grado, troppo piccola; e ricava dai risultati medj delle osservazioni del Cav. Schuckburg e del Colonnello Roy dover essere di $\frac{1}{192}$.

§. 10. Ritornando alle sperienze dirette circa l'aria confinata nei vasi (sopra le quali farò vedere in appresso che si può contare più che non si crede), il sullodato Co. Roy da varie sue sperienze

Digitized by Google

con una specie di Termometro d'aria, che è anche Manometro, e ch'egli infatti così chiama, deduce *per adequato* una dilatazione dell'aria poco diversa dall'anzidetta, cioè di 2, 28140 millesime del volume ch'essa ha a zero del Termometro di Fahrenheit, per ogni grado del medesimo Termometro: il che viene a $\frac{1}{298}$ circa per grado del Termometro di Reaumur: *per adequato*, dico; giacchè nelle addotte sperienze compare stranamente irregolare tal dilatazione, ora cioè molto più grande, ora molto più piccola di così $\frac{1}{111}$ ad $\frac{1}{222}$ per grado R., mostrandosi massima tra i 52 e i 62 gradi Fahr. cioè tra i 9 e i 13 circa Reaum., e decrescente tanto sopra quanto sotto, e la minore di tutte distante una decina, ed una ventina di gradi dal punto dell'ebollizione. Simili sperienze, con simili *manometri*, fatte dal Cav. Schuckburg, estese però soltanto dai 32 agli 83 Fahr., cioè da 0 a 23 circa Reaum., gli hanno data la dilatazione dell'aria di $\frac{2943}{1000}$ per grado Fahr., che viene ad $\frac{1}{183}$ per grado Reaum.

§. 11. Il Sig. di Saussure non solamente giudica troppo grande di molto la dilatazione dell'aria dataci per adequato dal Col. Roy, e molto più quella maggiore verso il calor temperato, calcolata $\frac{1}{171}$ circa per grado, sospettando che la picciolezza de' vasi, di cui si è servito l'autore abbia potuto modificare l'effetto in ragione dell'influenza della loro superficie; massime se qualche umido aderente ha fornito per azione del calore de' vapori elastici, ed accresciuta con essi la dilatazione termometrica dell'aria; non solo, dissi, Saussure giudica eccessiva la proporzione dell'espandimento dell'aria voluta dal Col. Roy, ma ha per esorbitante anche quella soprariferita del De-Luc di $\frac{1}{215}$ (§. 8); e pretende di ricavare da certe sue sperienze sull'aumento di elasticità dell'aria in un pallone di più di quattro piedi cubici di capacità che un grado di variazione nel Term. di R. faccia variare il volume dell'aria o se ciò non ha luogo, la sua elasticità di 4, 2438 millesime ossia di $\frac{1}{235}$.

§. 12. Fuori di Saussure io non trovo nissuno, che attribuisca all'aria una così picciola dilatazione; e neppure chi la voglia minore di quella assegnatale da De-Luc. All'incontro son molti, come si è già veduto, ed oltre i sopra nominati altri pure vi sono, che la stabiliscono, chi di poco chi di molto, maggiore. Così i Sigg. Vandermonde, Bertholiet, e Monge la portano a $\frac{1}{1842,83}$ per grado Reaum.

§. 13. Il cel. Lambert Accademico di Berlino nella sua *Pi-*

Digitized by Google

rometria, dalla temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente, fa crescere il volume dell'aria da 1000 a 1375: il che viene a $\frac{1}{214,66}$ per grado Reaum.

Nominerò per ultimo uno de' più diligenti Scrittori intorno ai Barometri e Termometri, il Sig. Gio. Federico Luz, il quale instituite avendo molte sperienze con un Termometro d'aria simile a quello dei sopracitati Roy e Schuckburgh (consistente in un tubo sottile di vetro, lungo circa 15 pollici, che termina in una sfera; nel qual tubo si era introdotta una colonnetta di mercurio lunga un pollice circa, il resto del tubo e la sfera contenendo l'aria da sottoporsi alle sperienze), trovò che codest'aria privata d'ogni umido per mezzo dei sali, cresceva per gli 80 gr. R. fino all'ebollizione, da un volume come 1000 a 1377,5 che fa $\frac{1}{212}$ circa per grado.

§. 14. Questi ultimi due autori, come si vede, differiscono pochissimo dalla proporzione dataci dal Sig. De-Luc di $\frac{1}{215}$ per grado; e pochissimo differiscono pure i resultati delle mie sperienze, che sono per riferire più abbasso.

Gli altri sopracitati all'incontro differiscono molto nell'assegnare la quantità della dilatazione dell'aria, e da questi, e tra loro; e tutti ce la danno assai maggiore che De-Luc: eccetto Saussure, che, come già facemmo osservare, la fa considerabilmente minore, cioè di $\frac{1}{235}$ per ogni grado di calore. Presentando quì sotto gli occhi tutti i riferiti risultati, ecco quali sono gli aumenti di volume che si pretende da diversi autori che acquisti l'aria per ogni grado di calore del Termometro Reaumuriano, diviso cioè in 80 dal punto della congelazione al punto dell'ebollizione dell'acqua: eccoli disposti in serie cominciando dal più piccolo al più grande.

$\frac{1}{235}$ – Saussure { tra i 6 e i 22 gr. Reaum.

$\frac{1}{222}$ – Roy { tra i gr. 192 e 212 Fahr.

$\frac{1}{215}$ – De-Luc { dentro i limiti delle variazioni nella temperatura atmosferica

Digitized by Google

$\frac{1}{\text{———}}$ Lambert
214, 66

$\frac{1}{\text{---}}$ Luz
212
} per adequato tra il limite del ghiaccio, e il calore dell'acqua bollente

$\frac{1}{\text{--}}$ Roy
195
} per adequato dal 0, Farh. a 212

$\frac{1}{\text{--}}$ Trembley
192
} nei limiti delle variazioni atmosferiche

$\frac{1}{\text{---}}$ Amontons
190

$\frac{1}{\text{--}}$ Vandermonde, Berthollet e Monge
184

$\frac{1}{\text{---}}$ Schuckburgh
183
} dai gradi 32 ai 83 Fahr.

$\frac{1}{\text{----}}$ Molti
178
} riportandosi a sperienze altrui, e sì non molto accurate

$\frac{1}{\text{--}}$ Roy
171
} tra i gradi 52 e 62 Fahr.

$\frac{1}{\text{---}}$ Molti altri
160
} riportandosi pure a sperienze assai grossolane

§. 15. Facendo ora il confronto, qual differenza non si scorge dal primo, e dal secondo anche, agli ultimi quattro; e massime al'ultimo! Per grandi però che siano ed esagerate di molto queste pro-

Digitized by Google

porzioni di $\frac{1}{160}$ di $\frac{1}{171}$ ec. trovo ancora chi ha supposta o dedotta da qualche sua sperienza la dilatazione dell'aria molto maggiore, come Erxleben, che la porta ad $\frac{1}{112}$, e Priestley ad $\frac{1}{85}$ circa. Ma quèsti si scostano tanto da tutti gli altri risultati, e vanno sì lungi dal vero, e dal verisimile, che non ho creduto di metterli con quelli in linea, e quasi neppur volea accennarli.

§. 16. Vedremo in seguito, che si allontanano dal vero anche tutte le altre proporzioni, che sono maggiori di $\frac{1}{210}$; e che la giusta stà tra $\frac{1}{210}$ e $\frac{1}{220}$, approssimandosi molto a $\frac{1}{215}$, come ha determinato il Sig. De-Luc.

§. 17. Convien ora passare alla questione, che principalmentc ci siam proposta, cioè se la dilatazione dell'aria sia uniforme per tutti i gradi di calore, in guisa che ad eguali addizioni o perdite di calore indicate dal termometro di mercurio, che ne dà la misura sufficientemente esatta (§. 4), corrispondano sempre eguali aumenti o decrementi nel volume dell'aria: se per e. quanto acquista di volume crescendò il calore da 0 R. a 10 gr. altrettanto ne acquisti da 10 a 20, da 20 a 30, da 30 a 40, da 50 a 60 ec.: oppure le dilatazioni e condensazioni dell'aria osservino una marcia crescente o decrescente relativamente a delle quantità di calore eguali fra loro; o siano tali dilatazioni in qualsisia modo irregolari.

§. 18. In ciò non sono meno diverse le opinioni, e i risultati delle sperienze dei migliori Fisici: come già si è potuto vedere da ciò che accennato abbiamo. Alcuni di questi con ragionamenti speculativi, più che con prove dirette, sebbene alcune se ne adducano pur anche, cercano di persuadere, che uniforme proceda la dilatazione dell'aria pel calore. Credo poter nominare per il primo il Sig. Amontons: giàcchè sopra di tal supposizione appar fondata la costruzione del Suo Termometro d'aria, ossia correzione di quello di Drebbel. Egli però non si spiega così chiaramente, come un certo Sig. Anac del quale mi piace di riportare quì il seguente passo « l'ela-« sticità dell'aria, è un effetto del calore: finchè l'aria mantiene qual-« che elasticità, ella è affetta da qualche calore..... Ora il Sig. « Amontons ha preso per termine della scala del suo ammirabile « e prezioso Termometro il punto, in cui *ogni elasticità mancherebbe « alla massa d'aria*, ch'egli ha chiusa nel bulbo di questo suo istro-« mento..... Partendo conseguentemente da questo termine zero

Digitized by Google

« di elasticità; egli conta 52 gr., o incirca, *tanto di elasticità che di ca-*
« *lore*, sino al punto della congelazione dell'acqua; e 73 fino al punto
« dell'ebollizione ec. ». Eguale è il ragionamento del Sig. Lambert riportato da Luz ne' seguenti termini.

« Il Termometro d'aria di Amontons è stato nuovamente in-
« nalzato a grande stima dal Sig. Lambert nella sua *Pirometria*.....
« Le ragioni, per cui egli preferisce il Termometro d'aria a tutti
« gli altri si è: perchè esso *dinota i gradi del calor reale.*

« Il Sig. Lambert dice dunque così. L'elasticità dell'aria è puro
« e semplice effetto del calore. Cessando ogni calore l'aria conden-
« serebbesi tanto, che tutte le sue parti si toccherebbero, e diverrebbe
« verosimilmente un corpo solido. All'incontro fin tanto che l'aria
« mantiene ancora il minimo grado di calore ella trovasi dilatata, e
« non viene a toccarsi in tutte le sue parti. Conseguentemente tutto
« il calore se ne è andato quando l'aria ha tutte le sue parti serrate
« addosso in pieno contatto.

« Il Sig. Lambert va più avanti, e dice. Se quello spazio, che
« l'aria viene ad occupare dal punto della sua totale condensazione
« fino alla temperatura del ghiaccio fondente lo dividiamo in 1000
« parti, troveremo che il suo volume acquista riscaldandosi fino al
« termine dell'acqua bollente ancora 370 di tali parti. Ora si sup-
« ponga, che l'aria ridotta per la privazione del calore alla totale sua
« condensazione ritenga $\frac{1}{1000}$ del volume, di cui gode alla tempera-
« tura del ghiaccio che si fonde. Si faccia, dice egli, tal supposizione;
« giacchè poi l'errore non è grande si ponga lo spazio che occupa
« l'aria nel caso del suo totale condensamento eguale ad 1 intiero, ad ½,
« o ad $\frac{1}{4}$ di grado. Finalmente assume il Sig. Lambert: che l'aria
« si condensi sempre di egual quantità per eguali diminuzioni di
« calore reale. Da tuttociò ricava egli la conchiusione: che il Termo-
« metro d'aria parla un linguaggio intelligibile: ch'esso *indica gradi*
« *del calor assoluto, e reale.*

§. 19. Non mi tratterrò quì ad esaminare se questo ragiona-
mento di Lambert, perfettamente conforme a quello del Sig. Anac,
e ai principj di Amontons, possa sostenersi in tutte le sue parti,
singolarmente per quel che riguarda il *zero assoluto* di calore, e a
quali obbiezioni vada soggetto: ciò mi porterebbe ad una troppo
lunga digressione; e altronde non è questo il mio scopo; ma soltanto,
mettendo in vista i più celebri autori, che vogliono che l'aria si dilati

Digitized by Google

pel calore uniformemente in vera progressione aritmetica, di mostrare, che Lambert è uno de' più grandi sostenitori di questo sentimento.

Da questo non si discosta il Sig. De-Luc il qual pure presume, che le *dilatazioni dell'aria* debbano essere (almeno entro i limiti delle varie temperature cui va soggetta l'atmosfera, e delle possibili sperienze) *le più proporzionali agli aumenti del calore*: e vuol dire, se non proporzionali a tutto rigore, prossimamente, e più ancora che quelle del mercurio. Ciò, dico, presume De-Luc con delle buone ragioni; sebbene non abbia la cosa per certa, e sperimentalmente dimostrata, diffidando delle prove fatte in piccolo sopra l'aria confinata in vasi ec.; onde lascia luogo a qualche dubbio. Perciò riportasi più volentieri ad altre sue osservazioni combinate del barometro col termometro nella misura delle altezze de' siti; le quali osservazioni favoriscono la preconcepita idea della uniforme dilatazione dell'aria. « Era molto utile (dic'egli) di conoscere la *marcia* dell'*aria* « per il *calore*: e a quest'oggetto ho fatto un gran numero di sperienze « per cercare il suo rapporto con quella del mercurio (IV Parte, « cap. III). Risulta da queste sperienze, che le marcie di questi due fluidi si scostano poco dall'essere proporzionali: ma io non ho potuto scoprire, nè se esse lo siano assolutamente, e neppure se le condensazioni dell'*aria* seguano una marcia *crescente* o *decrescente* comparativamente a quella del *mercurio*.

§. 20. Ai tre sopraccitati autori, che stanno decisamente per l'esatta dilatazione dell'aria corrispondente ai gradi di calore, ed a De-Luc, che la suppone tale, o quasi tale, possiamo aggiugnere il Cav. Schuckburgh; il quale da alcune sue diligenti sperienze, e dirette osservazioni, ricava, che almeno dai gr. 32 Fahr., ossia limite del ghiaccio, fino alli 83, cioè per l'estensione di 22 in 23 gradi di Reaum. cominciando da zero, siano affatto proporzionali le dilatazioni dell'aria agli aumenti del calore. « È stato sospettato (così « si esprime) in conseguenza di alcune sperienze fatte da un igne- « gnosissimo Membro di questa Società, che l'aria non si espanda « uniformemente col mercurio; ossia che i gradi di calore, che mostra « un termometro di mercurio, vengano espressi in un manometro, « o termometro d'aria da spazj ineguali in una certa ragione geome- « trica. Io non nego questa proposizione; ma neppur assentire vi « posso, se devo prestar fede alle mie proprie sperienze, le quali « certamente dimostrano, che questa ragione, se non è vera arit-

Digitized by Google

« metica, è così prossimamente tale, da non poter cagionare sensibile « errore nella misura delle altezze col barometro ».

§. 21. Vengano ora quelli, che adducono sperienze in prova del contrario, e pretendono dimostrare che lungi dall'essere le dilatazioni e condensazioni dell'aria uniformi; cioè proporzionali ai veri incrementi e decrementi del calore, siano più o meno ineguali per eguali quantità del medesimo, e sieguano una marcia in un modo o nell'altro irregolare, e quasi capricciosa. Il primo, che si affaccia è il già più d'una volta citato Col. Roy; le cui sperienze fatte con quel suo Termometro d'aria, o manometro, ci mostrano le dilatazioni dell'aria procedere affatto irregolarmente, con una marcia prima crescente, poi decrescente, comparativamente a delle quantità di calore fra loro eguali, cioè crescenti, e sì con passo piuttosto rapido, dal zero di Fahr. fino a' 62 gr. circa; e decrescente pian piano da lì innanzi fino ai gradi 212, ossia termine dell'acqua bollente: come accennato abbiamo di sopra; e più distintamente apparirà dalla tavola da esso autore esposta nella cit. Memoria inserita nelle Transazioni filosofiche, e che quì stimiamo opportuno di riportare.

(*Segue tavola*)

Digitized by Google

SPAZI TERMOMETRICI	SPAZI MANOMETRICI	Espansioni totali per gradi sopra o in parti 1000	Differenza di espansioni in parti 1000	Rata per ciascun gr. in parti 1000
212	212	484,210		
			40,199	2,00995
192	194,4	444,011		
			41,559	2,07795
172	176,2	402,452		
			42,949	2,14745
152	157,4	359,503		
			44,310	2,21550
132	138	315,193		
			45,680	2,28400
112	118	269,513		
			47,507	2,37535
92	97,2	222,006		
			24,211	2,42110
82	86,6	197,795		
			25,124	2,51240
72	75,6	172,671		
			25,581	2,55810
62	64,4	147,090		
			26,037	2,60370
52	53	121,053		
			25,124	2,51240
42	42	95,929		
			24,211	2,42110
32	31,4	71,718		
			23,297	2,32970
22	21,2	48,421		
			22,383	2,23830
12	11,4	26,038		
			26,038	2,16983
0				

Digitized by Google

Da questa tavola scorgesi, come la massima dilatazione dell'aria è tra i 52 e 62 gradi Fahr. (circa ai 9 e 13 Reaum.); che viene ad essere gradatamente minore sì sopra che sotto; e che la minima è tra i 192, e 212 Fahr. (tra i 70, e 80 Reaum.).

§. 22. Una *marcia* simile in parte a questa, cioè *crescente* dal zero Reaum, fin verso i 20 gradi, ma più di tutto tra i 10 e i 16 per un'aria secchissima; e per una discretamente secca fin verso i 30 gradi; ma poi presso a poco *uniforme* progredendo ai 60, tranne alcune picciole irregolarità, indi *decrescente* fino agli 70 gr.; una tal marcia molto più irregolare ci offrono le sperienze del Sig. Luz, fatte con metodo ed apparato non molto diversi da quelli di Schuckburgh, e di Roy, siccome notato abbiamo di sopra; i resultati delle quali sperienze son compresi in quest'altra picciola tavola.

Termometro Reaumuriano	Con aria disseccata da sali		Con aria asciutta atmosferica	
	Volume ossia grado della medesima	Differenza	Volume ossia gradi della medesima	Differenza
80	1377,5		1383,5	
		45,5		39,5
70	1332		1344	
		46		45
60	1286		1299	
		48		47
50	1238		1252	
		48		47
40	1190		1205	
		47,2		47
30	1142,8		1158	
		46,3		55,5
20	1096,5		1102,5	
$16\frac{3}{4}$	1081,2	49,5	1085	53,5
10	1047		1049	
		47		49
0	1000		1000	

Digitized by Google

§. 23. Or questa marcia crescente dai più bassi gradi fino ad un calore moderato, poi decrescente ne' gradi di calor forte, a misura che si và vicino alla temperatura dell'acqua bollente, è cosa ben singolare, e difficilmente pare che si possa credere. Pur tale la vogliono i citati Roy e Luz, e la deducono senza alcun dubbio da quelle loro sperienze coi descritti termometri d'aria, o manometri, per l'aria secca.

§. 24. Le prove all'incontro sopra l'aria satura di vapori han presentato a quest'ultimo una marcia molto crescente nelle dilatazioni di tal aria comparativamente a gradi di calore fra loro eguali: molto dico, crescente, comechè irregolarmente; e ciò dal zero Reaum. fino a 40 gr., ma da 40 innanzi decrescente. Cioè il volume dell'aria, che a zero era eguale a 1000 acquistò 48 da 0 a 10 gradi: 73 da 10 a 20 gr.: 84 da 20 a 30: 105,5 da 30 a 40: e quì poi cominciò a cambiarsi la marcia, e a farsi decrescente; giacchè da 40 a 50 gr. l'aumento di volume in quell'aria non fu più che di 82.

Simili prove fatte dal Col. Roy sopra dell'aria umida a ribocco, ebbero un'altro successo; cioè gli mostrarono, che tal aria seguiva nel dilatarsi una marcia molto crescente non solo dal termine del ghiaccio fino ai 30 e 40 gr. Reaum.; ma assai più avanti ancora, e per tutta la scala dal zero Fahr. fino al calore dell'ebollizione, e sì crescente in una proporzione sempre maggiore, come si rileva da altra sua tavola che è intitolata: *risultati di sperienze sull'espansione dell'aria artificialmente umettata, mediante l'ammissione di vapori, e talvolta di acqua, nel bulbo del manometro.*

§. 25. Non vi è dunque molto accordo tra i risultati delle sperienze di Roy e quelli delle sperienze di Luz, intorno alle dilatazioni dell'aria umida: e la principal ragione di codesta discrepanza sta verosimilmente nella maggior quantità di umido, che il primo introdusse nella sua aria; come avrò occasione di spiegare in altro luogo. Checchè ne sia, lasciamo per ora da parte tali sperienze soggette troppo ad anomalie, e di quelle altre torniam pure a parlare degli stessi due autori, sopra l'aria secca, i cui risultati se non sono pienamente conformi, non discordano neppur molto tra loro.

§. 26. Se tali risultati fossero veramente costanti, e non andassero simili sperienze soggette ad eccezione, si dovrebbe dunque decidere, che anche l'aria secchissima si dilati pel calore difformemente, seguendo una marcia, ora crescente, ora decrescente, e avreb-

Digitized by Google

ber torto Amontons e Lambert cogli altri che supposero, ed anche credettero di stabilire coll'esperienza, le dilatazioni dell'aria affatto regolari ed uniformi, procedenti cioè in semplice progressione aritmetica. Ma io mostrerò in seguito, che questi piuttosto la indovinarono; e che all'incontro Loy e Luz, e chiunque crede aver trovato, che le dilatazioni e condensazioni dell'aria sieguano una marcia non eguale ed uniforme, ma crescente o decrescente corrispondentemente a delle quantità di calore eguali fra loro, vanno sicuramente errati; e svilupperò pur anche le ragioni e circostanze, che han potuto indurli in tali errori.

§. 27. Meno male però, che le deviazioni da tal marcia uniforme, che i due autori ultimamente citati credono avere scoperte, quantunque considerabili, non sono poi molto grandi, come dalle riportate tavole (§. 19 e 21) si vede. Ma che dobbiam credere e pensare delle nuove sperienze dei Sigg. Duvernois e Gujton, conosciuto già sotto il nome di Morveau; dalle quali risultano deviazioni di irregolarità grandissime e incomprensibili? Certamente che per qualche accidente, per l'apparato troppo composto, di cui si sono serviti, per questa o quella circostanza, che ora non mi fo ad esaminare, vi si sono introdotti degli errori, ed errori troppo considerabili.

Cotale apparato e le sperienze con esso vengono ampiamente descritte nell'eccellente articolo *Aria* della nuova *Enciclopedia metodica*; del quale articolo, siccome degli altri tutti di quel volume è autore uno di quei medesimi, che di esse sperienze si occuparono, cioè il Sig. Morveau. Il Sig. Duvernois però è quegli, che prese sopra di se la più gran parte di travaglio in questa lunghissima serie di laboriose sperienze sulla dilatazione non solo dell'aria comune, ma di diversi gas, ossia arie fattizie. Or dunque queste sperienze, che lo hanno occupato (dice Morveau) vicino a due mesi « l'hanno « condotto molto più lungi che non avevamo immaginato dapprima; « poichè gli hanno fatto scoprire nella dilatazione dei fluidi aeri- « formi un accrescimento progressivo notabilissimo, che io non so « che sia stato fino ad ora sospettato, o almeno stabilito coi fatti ».

§. 28. Il Sig. Morveau avea pur veduto nella memoria del Col. Roy, da lui poco prima citata, e nelle tavole del medesimo gli esempj di una simile marcia crescente nelle dilatazioni dell'aria, per tacere d'altri esempj che ne somministrano parimenti le sperienze di Luz. Ma è così picciolo presso questo cotal crescimento progressivo,

Digitized by Google

in confronto di quello che ci offrono le sperienze di Duvernois, che ha forse creduto Morveau di neppur farne caso e di poter attribuire tutta a se e al compagno la pretesa scoperta: molto più, che un'altra solenne differenza passa tra le sperienze degl'uni e degli altri. In quelle cioè di Roy e Luz, oltre essere di poco rilievo il progressivo aumento nelle dilatazioni dell'aria, questo anche si osserva soltanto dal zero Fahr. fino verso i 15 o 20 gr. Reaum., e dopo i 20, 30, 40 sieguono le dilatazioni una marcia piuttosto decrescente (come sopra si è detto); laddove nelle sperienze di Duvernois, è grandissimo tale aumento, e continua sempre collo stesso tenore, fino almeno alla temperatura dell'acqua bollente; anzi diviene la marcia delle dilatazioni crescente in più alta proporzione. Eccola quale ci viene presentata in una tavola, che comprende i resultati delle sperienze non solo sopra l'aria comune, ma ben anche sopra varj gas.

(*Segue Tavola*)

Digitized by Google

TAVOLA

Delle espansioni dell'Aria, e de' Gas per il calore, osservate di 20 in 20 gradi, dalla congelazione fino all'ebollizione dell'acqua, e delle quantità totali di dilatazione fra questi due limiti.

Si dilata	da 0 a 20 gr.	da 20 a 40	da 40 a 60.	da 60 a 80	da 0 a 80 gr.
	1	1	1	1	1
L'aria comune	12,67 1	5,61 1	2,49 1	3,57 1 3 + —	1,067 1 4 + —
L'aria vitale	22,12 1	4,92 1	1,53 1	1,73 1 5 + —	2,09 1 5 + —
Il gas azoto	29,41 1	5,41 1	1,82 1	5,72 1	1,065 1
Il gas idrogeno	11,91 1	6,92 1	6,85 1	58,82 1	2,55 1
Il gas nitroso	15,33 1	9,00 1	5,739 1	6,28 1	1,65 1 1 + —
Il gas acido carbonico	9,049 1	5,099 1	2,31 1 3 + —	3,69 1 3 + —	106,3 1 5 + —
Il gas ammoniaco	3,58	1,75	1,35	4,69	1,248

Digitized by Google

§. 29. Stando a questi risultati, la dilatazione di ogni specie di aria, eccetto le ultime due, è ben piccola per i primi 20 gradi sopra la congelazione, per parlare solamente di quella dell'aria comune, non giunge essa per tutti cotesti 20 gradi a 8—100^{me} del volume primitivo, o ad $\frac{1}{254}$ per grado. Ma dai 20 ai 40 gradi quanto è più grande! Essa và a 17 in 18—100^{me}, che fa poco meno di $\frac{1}{112}$ per grado. E quanto più grande ancora dai 40 ai 60 gradi; pe' quali s'aggiungono all'aria ben 40—100^{me} del volume originario; ossia $\frac{1}{50}$ circa per grado! Finalmente dai 60 agli 80 gradi l'aumento appare di 28—100^{me} solamente, cioè minore dai 40 gradi ai 60, ma ciò attribuisce il Sig. Morveau ad una porzione d'aria stata per avventura assorbita dal mercurio, per un principio di calcinazione del medesimo a quell'alta temperatura; ed è persuaso, che senza un tal consumo sarebbe comparso il volume dell'aria ampliato molto dipiù: insomma che le dilatazioni dell'aria sieguano una marcia sempre crescente, ed in una molto alta proporzione, per eguali gradi di calore, quanto più è elevata la temperatura.

§. 30. Una cotal marcia nelle dilatazioni dell'aria, per cui acquisti cinque volte più aumento il suo volume dai 40 ai 60 gradi Reaum. che da 0 a 20, è oltremodo sorprendente; e confesso, che non ho potuto vederla quale il Sig. Morveau ce la presenta: molto meno le marce ancora più strane, irregolari dell'*aria vitale*, e del *gas azoto*. Sospettai dunque addirittura di qualche errore; e che cagione essere ne potesse in parte l'apparato, di cui si servì il Sig. Duvernois; e più di tutto l'umido che per avventura non fu escluso come conveniva dai vasi, e potè accrescere or di molto, or di moltissimo ne' gradi di temperatura elevata, l'apparente espansione dell'aria: conforme alle sperienze appostatamente fatte sovra l'aria umida ed umidissima dai Sigg. Roy e Luz, che accennate pur abbiamo (§.22, 24).

§. 31. Se in ciò ho avuto ragione, o no, vedrassi dalle mie sperienze meno operose, ma ben più decisive, che sono per riferire; e dipiù vedrassi come ciascuno degli altri valenti Fisici sopraccitati, che ci hanno presentate diverse dilatazioni dell'aria pel calore (vegg. §. 13), può aver ragione: cioè come i risultati delle loro sperienze, per quanto disparati appajano, possono trovarsi tutti giusti, e conciliarsi benissimo, attesi i differenti gradi di temperatura, entro i quali si contenessero le rispettive sperienze, ed altre circostanze che le accompagnarono.

Digitized by Google

§. 32. Intanto fermandoci a considerare semplicemente la gran differenza ne' risultati di tanti autori celebri, e nell'arte di sperimentare sagacissimi, non possiamo non concepirne gran maraviglia. E da che mai potrebbe credersi, se accennato già non l'avessimo, che provengano tali, e tanto grandi discrepanze? Forse che sia più difficile il notare, e ridurre a giusta misura la dilatazione dell'aria pel calore, che quella del mercurio, e degli altri fluidi? Ciò non pare: anzi essendo che l'aria si dilata assai più degli altri fluidi, dovrebbe pure riuscire più facile di assegnare la dilatazione sua, che corrisponde a ciascun grado di calore. Sarà dunque, che le sperienze riescano incostanti, fallaci, o siano soggette ad equivoco, per qualche aggiunto o circostanza estranea, che influisca più o meno sulla dilatazione che si osserva nell'aria, e ne turbi in tal guisa e mascheri il genuino risultato? Così appunto: vi ha qualche cosa, a cui non si è fatto abbastanza attenzione, che accresce talvolta a dismisura l'apparente dilatazione dell'aria; ed è l'umidità, come abbiamo poco sopra accennato; o a meglio dire sono quei vapori acquei, che vanno formandosi in ragione che cresce il calore: vapori elastici aeriformi anch'essi, finchè dal freddo non tornano a disfarsi, i quali aggiungono il loro volume a quello dell'aria, cui s'uniscono, e un volume considerabile; anzi talora sì grande, che và ad essere, quando eguale, quando due, tre volte maggiore, e più ancora di quello dell'aria stessa, secondo che il calore cresce, e arriva a 65, 70, 75 gr. Reaum., come mostrerò e farò toccar con mano.

§. 33. Ma che diremo di quelle prove, che si son fatte, introducendo, invece d'acqua, mercurio nel Termometro d'aria, o con altri apparati diversi (giacchè quasi ogni Fisico, che sia applicato a simili ricerche, ha il suo, che ha cura di descriverci, e che preferisce ad ogni altro), e dalle quali prove nulla di meno risulta ancora tanta differenza? Noi diremo, che per lo più, cioè dove e quando la dilatazione dell'aria è parsa grande di $\frac{1}{220}$ per ogni grado Reaum. di calore, non si son poste le attenzioni, e cautele necessarie, per escludere qualche residuo d'acqua, se non altro quell'umido velo invisibile che stà ostinatamente attaccato alle pareti del vetro, e ad espellere il quale conviene riscaldare ben bene a vivo fuoco tutto il recipiente, o meglio empirlo di mercurio, o d'olio, e farveli bollir dentro.

§. 34. Così ho fatt'io, quando sorpreso non meno, che mal sod-

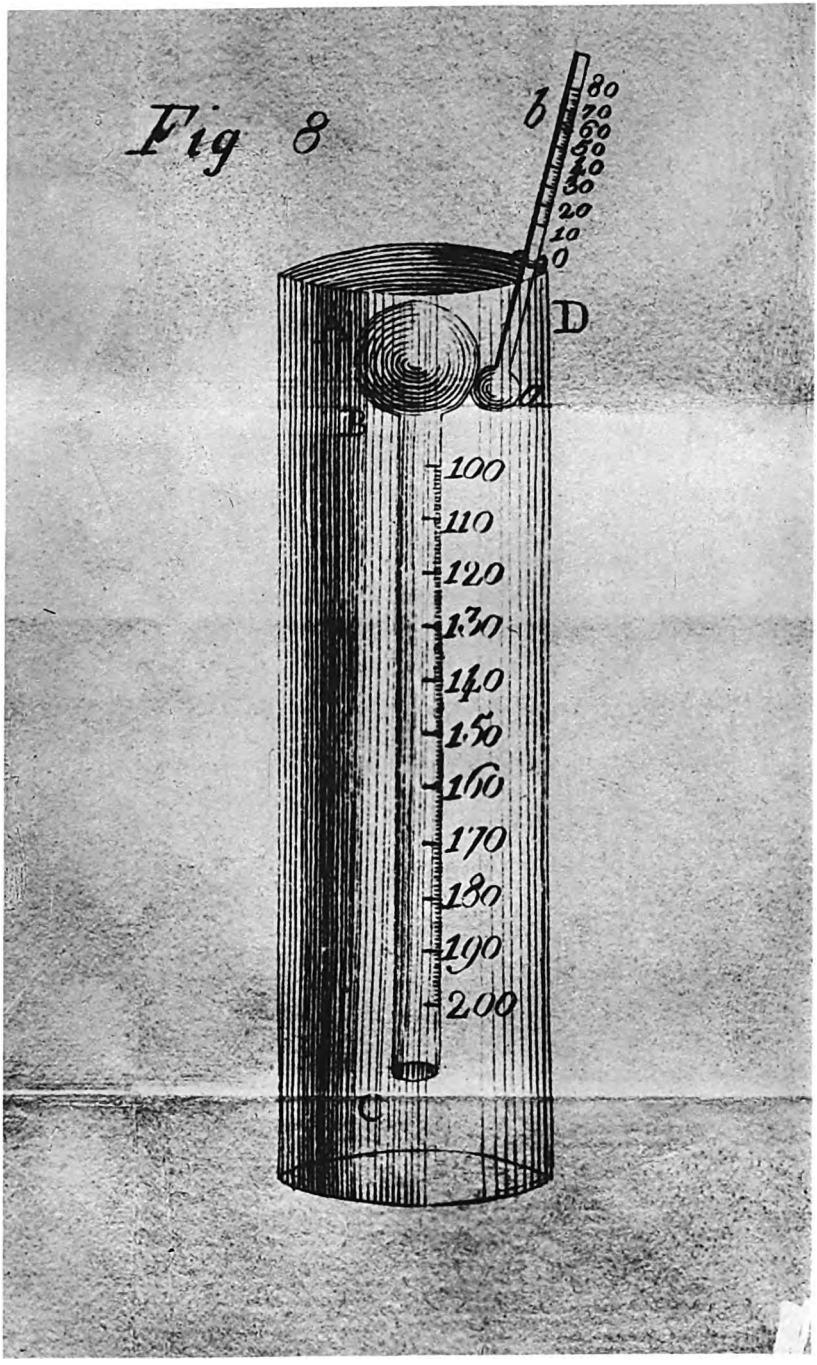
Digitized by Google

disfatto di tanta discrepanza nei risultati dalle prove altrui, e soprattutto colpito dagli stragrandi inconcepibili accrescimenti nelle dilatazioni dell'aria presentatici da Duvernois e Morveau (§. 28) ho voluto intraprendere ancor'io nuove sperienze sulla dilatazione dell'aria, per le quali stimai di non dipartirmi dal più semplice apparato, che è ancor quello del Termometro Drebbeliano.

Mi son dunque servito di varj di questi termometri, tutti grandi anzichè nò, come A B C (Vegg. la tavola I. fig. 8.) avente il tubo C B lungo 15 in 16 pollici, del diametro di due in tre linee, ben calibrato, e graduato. Questo termometro Drebbeliano, contenente aria naturale in tutto il bulbo A, ed una picciola parte del tubo fino ad un punto segnato 100, e sotto tal punto, per tutto il resto del tubo graduato in tante 100^{me}, ripieno or d'acqua or d'olio, or di mercurio, lo seppelliva in una campana di vetro D C piena d'acqua fin sopra detto bulbo, nella qual acqua pescava un altro delicato termometro di mercurio *a b* ad oggetto d'indicare la temperatura del bagno, e quindi pure quella dell'aria confinata nell'indicato spazio B A.

Sendo dunque la temperatura quella del ghiaccio, cioè il termometro Reaum. marcando zero (il che si può ottenere sempre in tal mio apparato, col metter a bagno alcuni pezzi di ghiaccio), e il volume dell'aria confinata nel bulbo del termometro Drebbeliano, e libera di estendersi nel tubo B C essendo es. gr. eguale a 100 voglio dire arrivando al punto segnato con tal numero, mi faceva ad osservare quanto crescesse da tal volume a misura ch'io innalzava a riprese il calore del bagno, e quindi anche della detta aria confinata, mediante l'estrarre con un sifone dalla campana or poca, or molta quantità d'acqua fredda, e rimetterne, versandovela con una mestola, della calda: osservava, dico, attentamente gli aumenti del volume d'aria così confinata, per ciascun grado di calore, o almeno di due in due, da zero fino a 75 ed anche fino a 78, 80 e più (per ottenere i quali ultimi gradi versava nella campana acqua salata bollente, che si sa essere più calda di alcuni gradi dell'acqua bollente semplice): Siccome poi osservava più attentamente ancora il ristringimento del volume di detta aria nella successiva gradata diminuzione di calore, fino alla temperatura dell'ambiente, quale raffreddamento riuscendo più regolare e lento, mi dava anche campo di segnare con maggior esattezza la diminuzione di volume portata

Digitized by Google



Termometro per lo studio della dilatazione dell'aria.

Vedi *pag. 458*.

Digitized by Google

Digitized by Google

da ogni grado. Però di questa esattezza mi teneva io sicuro, e contento della mia osservazione allora soltanto, che potea notare l'istesso volume dell'aria per gl'istessi gradi di calore, sì nell'avanzamento, che nel ritorno del calore, cioè trovare che allo stesso grado, p. e. 60 R., e quando vi saliva dal freddo e quando vi discendeva dal maggior caldo, fosse il volume dell'aria, sì l'una che l'altra volta, eguale a 127 in 128; e così poi degli altri gradi: il qual accordo ho avuto la consolazione di trovare quasi sempre, se non con l'ultima precisione, con una sufficiente giustezza.

E quì dirò, che, per avere una scala più sensibile, mi sono servito soventi volte di bulbi più capaci, che contenevano cioè, quali 200, quali 300 contro 100 del tubo graduato ec.

§. 35. Volendosi tutta l'esattezza nel misurare col nostro apparato l'accresciuta elasticità dell'aria, ossia l'aumento del suo volume per ciascun grado di calore, convien riflettere, che tal aumento non corrisponde pienamente a tal elasticità, ossia non riesce effettivamente tutto quello, che dovrebbe essere, a motivo della pressione, che s'accresce a quell'aria confinata, a misura che allungandosi essa nel tubo, ed abbassandosi in conseguenza la colonna fluida, B C, il suo livello stà più sotto, e dista più da quello dell'acqua nella campana. Dovrebbesi dunque ad ogni osservazione alzare il Termometro Drebbeliano A B C tanto che il fluido esterno ed interno fossero sempre a livello, oppur sempre superiore uno all'altro di egual tratto. Ma con ciò venendo tirato fuori dal bagno il bulbo A in un ambiente diverso, e a cambiarsi troppo presto la sua temperatura, ne nascerebbe maggior errore. È dunque assai meglio lasciarlo sempre sommerso tutto; con che anche si osserva più appuntino il limite tra l'aria confinata, e la colonna del liquido che stà sotto, sia quest'acqua, sia olio; e fare invece la debita correzione, secondo che importa la maggiore o minore pressione della colonna d'acqua più o men alta nella campana.

Questa correzione si riduce a doversi valutare di $\frac{1}{100}$ più grande il volume d'aria, di quello che effettivamente si osserva per ogni $3\frac{3}{4}$ pollici circa di acqua in detta campana sopra il livello dell'acqua del tubo; giacchè $3\frac{3}{4}$ poll. sono una 100^{ma} parte di quella colonna d'acqua che può fare equilibrio a 28 poll. circa di mercurio, e quindi alla pressione ordinaria dell'atmosfera. E siccome per tutto il tempo, che durano l'esperienze si tiene la campana presso a poco

Digitized by Google

egualmente piena, e il livello nel tubo B C era da principio, cioè per la temperatura del ghiaccio, al punto segnato 100; così poi basterà contare da questo punto la depressione dell'acqua nel detto tubo, per calcolare l'aumento di pressione, che soffre, in ragione di $\frac{1}{100}$, come si è detto, ogni $3\frac{3}{4}$ pollici.

Che se il tubo B C contenesse invece d'acqua olio, che è specificamente più leggiero, col deprimersi la sua colonna di $3\frac{3}{4}$ pollici non verrebbe già ad accrescersi la pressione all'aria confinata alla parte superiore di $\frac{1}{100}$ ma meno, in ragione appunto della minore gravità specifica di esso olio. Così e. g. se fosse olio di lino, la cui gravità specifica è di $\frac{1}{16}$ circa minore di quella dell'acqua, ci vorrebbero da 4 pollici invece di $\frac{3}{4}$ di depressione della colonna perchè venisse di $\frac{1}{100}$ premuta e condensata l'aria ec.

§. 36. Vengo ora alle sperienze, che ho fatte col descritto semplice apparato tenendo confinata l'aria nella parte superiore del Termometro Drebbeliano A B C or con acqua, or con olio; e non comincio dalle prime coll'acqua, ma da quelle coll'olio, che servono assai meglio, sì a stabilire la vera e propria dilatazione dell'aria sola, che a dar lume alle altre, in cui sopravvengono nuovi vapori acquei, od altro fluido elastico. Tralasciando però di descriverle minutamente, e di far parola de' piccioli accidenti, che turbar possono qualche poco l'espressione genuina anche di queste, in cui mi son servito d'olio, e necessitano qualche leggiera correzione, ne riferirò quì soltanto i principali, e più sicuri resultati, ridotti con queste correzioni, e segnatamente con quella sopra indicata riguardo alla colonna d'acqua premente più o men alta. Ecco dunque quali sono.

Se pieno il bulbo del Termometro Drebbeliano con una porzione del tubo graduato di aria, il resto di codesto tubo lo sia di olio d'oliva, o di lino ben purgato, sicchè questo liquore non contenga nè aria, nè acqua, e se niente pure di acqua sia rimasta attaccata alle pareti del vetro (al fine vi fo bollir dentro previamente l'olio medesimo) allora per ogni grado di calore del Termometro Reaumuriano acquista l'aria confinata un aumento di circa $\frac{1}{216}$ del volume che ha alla temperatura zero: acquista, dico, un tal aumento di volume, egualmente a principio, cioè poco sopra la temperatura del ghiaccio, come avanzandosi verso il termine dell'acqua bollente: di maniera che, passando da 0 a 20 gradi, l'aria si estende da 100 di volume a

Digitized by Google

109 $\frac{1}{4}$ circa, riscaldata a 40 gradi viene il suo volume aggiungendovisi similmente altri 9 $\frac{1}{4}$, a 118 $\frac{1}{2}$; per 60 gradi a 127 $\frac{3}{4}$, e finalmente per 80 gradi giunge ad occupare un volume di 137 circa.

È dunque uniforme ed equabile prossimamente la dilatazione dell'aria pel calore, cioè proporzionale agli aumenti del medesimo per tutta l'estensione, che v'è tra la temperatura del ghiaccio, e quella dell'ebollizione dell'acqua: e abbiam fondamento di credere che lo sia ben anche per molti altri gradi sopra e sotto tali termini. Dico prossimamente, perchè non oserei ancora asserire, che tale rapporto si osservi colla più rigorosa precisione, ma con quella solamente, che permettono simili sperienze, e nel modo che le ho fatte io, ponendovi quella diligenza e accortezza, che mi è stata possibile.

§. 37. Per non mancare in alcun punto ho avuto cura di notare qual fosse il volume dell'aria, non sol di 20 in 20 gradi, o di 10 in 10; ma per ciascun grado di calore, o almeno di 2 in 2, e ciò tanto nel crescere di esso per l'affusione di acqua calda nella campana, quanto e con più pazienza, nel retrogradare, cioè nel successivo spontaneo raffreddamento; il quale succedendo con più lentezza e regolarità mi dava campo, e di cogliere più opportuno il vero grado di calore, e di segnare con maggior esattezza la diminuzione del volume dell'aria occasionata da ogni grado di raffreddamento. Del resto io non era pienamente contento delle mie osservazioni, come ho già sopra accennato, se non quando potea notare l'istesso volume dell'aria per gli stessi gradi di calore, sì nell'avanzamento, che nel ritorno, cioè riscontrare, che allo stesso grado, es. gr. 40mo, sì quando vi saliva dal freddo, come quando vi discendeva da maggior caldo 119 avesse l'aria che a zero era 100 un volume eguale a 118 in 119 tanto l'una quanto l'altra volta, e similmente degli altri gradi, il qual accordo ho avuto la consolazione di trovare come già dissi quasi sempre se non coll'ultima precisione con una sufficiente giustezza.

§. 38. Intanto perciò, che riguarda l'equabilità (ed è questo il punto essenziale su cui mi piace d'insistere, essendo su di ciò opposte le opinioni di que' Fisici, i quali come abbiam veduto, tengono che l'aria si dilati non uniformemente, e massime di Morveau, il qual pretende avere scoperto che sieguano le sue dilatazioni una progressione molto crescente) perciò, dico che riguarda l'equabilità ed uniformità in coteste dilatazioni dell'aria posso con tutta sicurezza asserire che non vi ha alcun deviamento o almen tale, che sia

Digitized by Google

sensibile per tutti gli 80 gr. del Term. Reaum. sopra indicati; in guisa che, se partendo da una temperatura bassa, cioè da 0, a 20, o da 10 a 30 è cresciuto il volume originario dell'aria per tali 20 gradi di maggior calore di $9\frac{1}{2}$ 100^{me} circa, di altre $9\frac{1}{2}$ in vera e semplice progressione aritmetica è cresciuto parimenti per 20 gradi di calore, partendo da altre temperature più alte, come da 30 gradi a 50, da 50 a 70; e così pure da 15 a 35, da 40 a 60 ec., ed altrettanto poi si è diminuito ritornando da 60 a 40. In somma a 20 gradi di cambiamento della sua temperatura presi da qualunque punto han corrisposto sempre $9\frac{1}{2}$ 100^{mi} circa: col qual *circa* voglio dire, che se ne ho potuto precisar sempre $9\frac{1}{2}$ giusti, ho sempre però osservato un poco più di 9 e meno di 10.

§. 39. Tali furono costantemente i risultati delle mie sperienze sulla dilatazione dell'aria, quando impiegai l'olio nel mio apparato a tenerla confinata. Ma ben diversi gli ottenni quando non da olio, ma da acqua era occupato l'istesso tubo del Termometro Drebbeliano. Allora l'aria confinata in cima trovandosi in contatto dell'acqua, veniva il suo volume a dilatarsi a dismisura, giunto che si fosse ad una temperatura alta, per poco che si accresce ancora il calore. In breve le sue dilatazioni procedevano nel seguente modo.

§. 40. Fino ai 10, 15, 20 gradi sopra il punto della congelazione, si dilatava quell'aria presso a poco dell'istessa quantità, come nelle altre sperienze sopra riferite, cioè di $\frac{1}{216}$, o poco più di $\frac{1}{210}$ di $\frac{1}{205}$ di $\frac{1}{200}$ per grado: cosicchè se il suo volume era 100 alla temperatura del ghiaccio, innalzato il calore a 20 gradi R., arrivava a $109\frac{1}{2}$, o 110 al più. Ma passando avanti, gli aumenti di volume per eguali addizioni di calore divenivan più grandi di detta proporzione con un eccesso via via maggiore, talchè per altri 20 gradi, cioè 40 sopra o si andava fino al volume 130, invece che avrebbe dovuto essere soltanto $118\frac{1}{2}$ per 60 in 61 gradi fino al volume 200 circa, invece di $127\frac{3}{4}$ per 71 in 72 gradi si giugneva al volume 400 per gradi 74 in 75, 76 al volume 500, 600 ec.

§. 41. Or dunque è evidente, che non è già l'aria, che cresca sì fattamente di volume; ma che vi si aggiunge quello de' vapori elastici dell'acqua prodotti mano mano dal calore; sebben disti ancora non poco tal calore dal termine dell'ebollizione. S'ella è così, come non può dubitarsene, la trasformazione dell'acqua in vapor

Digitized by Google

elastico apparentemente aeriforme, non richiede dunque assolutamente tanto calore quanto è necessario all'ebollizione; ma ne basta un molto minore; e basta sì a produrne in copia assai grande: il che per avventura non si sarebbe creduto. Ecco infatti come richiedendosi pure 80 gradi R. per l'ebollizione dell'acqua (sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera) sono sufficienti 60 o poco più per formare tanto vapor elastico, che viene a duplicare il volume di quell'aria che l'accoglie in seno, cioè a portare il di lui volume proprio cresciuto per tal calore da 100 a 129 $\frac{1}{2}$ fino a 200: ecco come 72 gradi di calore producono tale quantità di questo vapore acqueo aeriforme, che misto similmente all'aria ne quadruplica il volume; e 75 gradi tanto che giugne a quintuplicarlo ec. Con 76 in 77 gradi ho visto arrivare il volume dell'aria in contatto dell'acqua da 100 a 350, e fino 600 nel qual caso, essendochè l'aria sola, senza addizione di vapori si sarebbe dilatata soltanto fino a 135 circa come mostrano le antecedenti sperienze fatte coll'olio; è visibile, che di quel gran volume, $\frac{3}{4}$ e più son formati dal vapore aggiunto all'aria.

Bella cosa poi è il vedere il ristringimento di tal volume per la gradata deperdizione del calore: cioè come per un grado solo, che và mancando dai 76 a 75 sale l'acqua sù pel tubo non meno di 40 100^{me} del volume primitivo; indi più poco di mano in mano, però ancora di $\frac{10}{100}$ dai 65 ai 64 gr., di $\frac{4}{100}$ dai 60 ai 59; di $\frac{3}{100}$ da 57 ai 56 gradi; di $\frac{2}{100}$ dai 48, ai 47 gradi che è il doppio ancora, e più di quel cambiamento di volume, cui soggiace pel mutato calore di un grado l'aria sola la quale cioè nè riceva nuovi vapori acquei, nè venga a deporne: come appunto ne và esente confinandola alla mia maniera nell'olio di lino bollito al recipiente medesimo A B C; giacchè questo liquore non dà vapori elastici, almeno in quantità notabile, fino alla temperatura a cui l'ho portato, cioè di 78 gradi Reaum. circa.

§. 42. Così grande e prodigiosa riesce l'apparente dilatazione e condensazione dell'aria per pochi gradi di calore, che acquisti o perda, allorquando trovasi la medesima in pieno contatto coll'acqua, e di questa ve ne ha in tanta dose, che non possa mancare di fornir vapori, quanti il calor che s'induce può produrne: poichè altrimenti se poco è l'umido, s'egli è quel solo, che trovasi d'ordinario aderente alle pareti del vaso, e neppur tutto quello per essersi asciugato più o meno esso vaso con un discreto calore o in altra ma-

Digitized by Google

niera, non riuscirà mai che si espanda il volume dell'aria a qual segno, come se abbiavi dell'acqua in massa, che è quanto dire una sorgente di vapore ampia indeficiente. In questo caso è, che cresce sempre in molta maggior proporzione il volume apparente dell'aria comparativamente agli aumenti del calore fino al termine dell'ebollizione sopravvenendo sempre nuova copia di vapori. All'opposto quando è assai scarsa l'acqua nel recipiente, avviene che passando questa a mano a mano allo stato vaporoso aeriforme pei primi 10, 20, 30 gradi di calore sopra il 0, faccia coll'aggiunta del proprio volume comparire più grande quello dell'aria, la quale sembrerà quindi che si dilati da principio un poco più di $\frac{1}{216}$ per ciascun grado che è la solita sua rata e progressivamente in maggior proporzione ancora; ma poi finalmente trovandosi esausta quella piccola dose di acqua, cioè convertita tutta in tal vapore elastico, succede allora che le ulteriori dilatazioni dell'aria verso i 40, 50, 60 gradi ec. riprendano la loro marcia regolare in ragione di $\frac{1}{216}$ per grado come si è detto. Siccome però, prima di cessare affatto la produzione di nuovi vapori, và essa mancando poco a poco collo scemarsi sempre più dell'umido residuo, così non ad un tratto, ma gradatamente vengono le dilatazioni apparenti dell'aria dalla massima osservatasi p. e. verso la temperatura di 20 o di 30 gr., e che deve $\frac{1}{190}$ od $\frac{1}{180}$ per grado, alla minima di $\frac{1}{216}$, che poi procede uniforme per tutti gli ulteriori gradi come or or dicevamo.

§. 43. Ecco dunque come può l'aria simulare nelle sue dilatazioni pel calore una marcia *crescente* per una serie più o men lunga di gradi, cioè 20, 30, 40 sopra il 0, secondo la maggiore o minor dose di umido rimasto nel recipiente; poi *decrescente*, avanzandosi ai 50, 60, 70, 80 gr.: ecco ciò, che probabilmente ne ha imposto ai Signori Roy e Luz, i quali hanno tale marcia irregolare dedotta dalle loro sperienze coll'olio senza averlo fatto prima bollire nel Termometro Drebbeliano A B C, per espellerne in un coll'aria che vi annida, anche quel poco d'acqua che d'ordinario stà nascosta e mista all'olio medesimo, e insieme ancora quell'altra porzione d'acqua che stà volentieri attaccata al vetro, e lo ricopre d'un velo comunque invisibile, come abbiamo già notato; quando, dico, ho fatte le stesse sperienze senza queste preparazioni e cautele, ho avuto sempre un troppo grande aumento del volume d'aria in proporzione del ca-

Digitized by Google

lore. Talvolta osservai nelle dilatazioni una marcia continuamente crescente fin verso il punto dell'ebollizione, cioè quando si trovò abbondante l'umor acqueo, od umido rimasto nel mio recipiente. Quando all'incontro avea impiegata qualche cura per escluderlo, con riscaldare sì l'olio, che il detto recipiente, ma non abbastanza, mi comparvero ancora troppo tardi le dilatazioni, e tali che indicavano una marcia crescente per una serie più o men lunga di gradi, or fino ai 40, 50 or fino ai 60 ma non mai fino all'ebollizione. Finalmente quando era stato fortemente e per lungo tempo riscaldato il recipiente A B C, e l'olio fatto bollire, allora fu, e allora solamente che mi comparvero sempre eguali fra loro gli accrescimenti nel volume dell'aria per eguali addizioni di calore dai primi gradi sopra la temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente, cioè di $\frac{1}{216}$ circa per grado di quel volume che avea l'aria alla temperatura appunto del ghiaccio.

§. 44. È facile pertanto comprendere d'onde procede la differenza ne' risultati delle sperienze degli autori tutti citati nel decorso di questa memoria, e di altri intorno alla quantità della dilatazione dell'aria per ciascun grado di calore, e l'esser parso ad alcuni, come Duvernois e Morveau, che si dilati sempre dipiù per eguali aumenti di calore quanto si trova già più calda e dilatata; ad altri, e principalmente a Roy, che una tal marcia crescente sia limitata ad una certa estensione di gradi solamente, e che indi facciasi retrograda ec.

Viene tale e tanta discrepanza da che altri han tenuta l'aria nelle loro prove in contatto dell'acqua, ed altri nò; e molte volte han creduto d'escluderla, e non l'hanno esclusa del tutto, han lasciato cioè un qualche velo d'acqua invisibile aderente alle pareti interne del vaso, il quale poi coll'accrescersi del calore ha prodotto vapori elastici. Codesto velo umido aderente massimamente al vetro, esiste anche quando niente ne appare, anche quando crederemmo, che sia esso vetro benissimo asciutto, e nulla ce ne fa accorgere, se non la difficoltà, con cui s'elettrizza strofinandolo, e la poca sua attitudine ad isolare, finchè non sia stato con forte calore dissipato intieramente tal umido velo. Per liberarsi dunque da quest'umido aderente ed ostinato, bisogna far bollire entro il vaso stesso od olio (come ho fatto io), o mercurio, o almeno riscaldare fortemente esso vaso, seppure ciò basta. Usando tali precauzioni si troverà (ed è

Digitized by Google

cosa degna di considerazione anche questa), che l'aria sibbene vaporosa, ma che non possa ricevere altronde nuovi vapori, e ritenga soltanto quei che aveva prima, si dilata pel calore uniformemente, e della quantità circa, che ho notato, cioè di $\frac{1}{216}$ per ogni grado della temperatura del ghiaccio fin verso il termine dell'ebollizione: onde appare, che il vapor acqueo aeriforme anch'esso si dilata come l'aria uniformemente, cioè acquista sempre eguali aumenti di volume per eguali addizioni di calore.

§. 45. Finisco col far osservare, che ciò che ho trovato relativamente alla sproporzionata esorbitante espansione apparente dell'aria, per la giunta di nuovi vapori acquei, che le gonfiano il seno, è affatto coerente alla teoria dell'evaporazione del Sig. di Saussure nei suoi *Saggi di Igrometria* e à ciò particolarmente che viene mostrando circa il *vapor elastico puro*, e il *vapor elastico impuro*, ossia misto d'aria, nel tempo stesso, che non discorda neppure dalla teoria de' vapori, sotto certi riguardi assai diversa del Sig. De-Luc, proposta già nelle sue *Ricerche sulle Modificazioni dell'Atmosfera*, e più ampiamente sviluppata e rischiarata *nelle nuove idee sulla Meteorologia*: le quali teorie principalmente mi hanno dato lume, e servito di guida nelle ricerche che ho quì semplicemente abbozzate, e che esporrò più ampiamente in una seconda Memoria, la quale conterrà oltre i dettagli, e i resultati delle molteplici mie sperienze, non solo coll'apparato già descritto, ma con altri ancora diversi, che stò perfezionando, varie riflessioni, che ora son costretto di tralasciare.

Digitized by Google

(35)

ENUNCIATO DELLE LEGGI RIGUARDANTI LE TENSIONI DEI VAPORI SATURI

Dalla *Collezione Antinori:* Tomo III

NOTA.

Questo poscritto di lettera trovasi in nota alla lettera scritta al Vassalli, in data 27 Ottobre 1795 e pubblicata nel n. XIV (C) del Vol. I, Ediz. Naz.

Le leggi ivi esposte si riannodano alle considerazioni ed ai risultati accennati nella nota posta al precedente n. (34).

Digitized by Google

Digitized by Google

POSCRITTO DI UNA LETTERA DIRETTA AL PROF. VASSALLI.

Io ho continuato ad occuparmi intorno ai vapori elastici, e sono stato condotto ad alcuni bei ritrovati consentanei molto alla teoria di De-Luc: p. e. che la quantità di vapore elastico è la stessa in uno spazio, sia esso vuoto d'aria, sia occupato da aria di qualsiasi densità, dipendendo tal quantità unicamente dal grado di calore; onde cade affatto la teoria della dissoluzione dei vapori nell'aria: che la forza del vapore, ossia la pressione ch'esso equilibra, cresce in una progressione geometrica crescendo il calore in una semplice progressione aritmetica: che codesta progressione geometrica è tale, che crescendo il calore di 16 in 16 gradi, l'accrescimento nella pressione del vapore è 1, 2, 4 ec., cosicchè trovandosi questa eguale a quella di 13 pollici di mercurio per la temperatura di 64 gradi R. e divenendo = 28 poll. a gr. 80, cioè crescendo 15 p., cresce poi 30 p., e arriva a 58 alla temperatura di 96 gr.; e così proseguendo: che questa stessa progressione in ragion dupla di 16 in 16 gr. ha luogo, come pel vapor acqueo, così pure per ogni altro vapore elastico, cioè dello spirito di vino, dell'etere ec., la differenza stando solo nel grado di calore richiesto a produrre il vapore di tal densità e forza elastica, che equilibri una data pressione, p. e. una = 28 poll. di mercurio (giungendo al qual termine circa, bolle il liquido ne' vasi aperti, come si sà). Or dunque essendo la temperatura richiesta all'indicata forza del vapore 80 gradi per quello dell'acqua, 64 gradi per quello dell'alcool, e 31 per quello dell'etere ossisolforico, diminuirà egualmente in tutti essa forza o pressione, di poll. 15, e ridurrassi quindi a p. 13, ove scemi la rispettiva temperatura di 16 gr.,

Digitized by Google

cioè discenda a 64 gr. il vapore acqueo, a 48 quello dell'alcool, a 15 quello dell'etere; e similmente crescerà in tutti di 30 poll. arrivando a 38, se invece s'innalzi la rispettiva temperatura di 16 gradi portandola pel vapor acqueo a 96 per quello dell'alcool a 80, per quello dell'etere a 47 ec.

Per tali sperienze sopra i vapori ho immaginati e costrutti varj apparati, che meritano d'essere descritti; e lo farò pubblicando alcune memorie su questa materia bellissima e importantissima, che ho già abbozzate, ma che non sò quando potrò terminare.

Digitized by Google

(36)

METEOROLOGIA ELETTRICA

Memoria sulla Grandine

Dalla *Collezione Antinori:* Tomo I – Parte II

Nota.

In questa Memoria il Volta, dopo aver analizzate le cause dell'agghiacciamento delle nubi ed il procedimento della formazione e sviluppo degli embrioni dei chicchi di grandine, termina discutendo, con abbondanza di particolari, le sue ipotesi in proposito.

Questa Memoria si presenta come lo svolgimento, con notevoli rifusioni ed aggiunte, di manoscritti che risalgono, l'uno al 1798, e l'altro al 1787. Quest'ultimo è una lettera al Lichtenberg, la quale sarà pubblicata nel n. XC del Vol V dell'Ediz. Naz., mentre l'intera Memoria sulla Grandine, apparirà nel n. IC dello stesso Vol. V.

Digitized by Google

Digitized by Google

SOPRA LA GRANDINE

Parte Prima.

Nunquid ingressus es thesauros nivis, aut thesauros grandinis aspexisti?
Job. c. 38. v. 22.

Molte sono le difficoltà che si presentano al Fisico, il quale si accinga a voler spiegare la formazione arcana della grandine, l'ingrossamento mirabile de' suoi grani, la sospensione de' medesimi in aria fino alla rovinosa lor caduta, ed altri fenomeni che la precedono, e l'accompagnano. Non così astrusa è la spiegazione de' temporali non grandinosi, dell'elettricità che ne è in parte l'origine e in più gran parte l'effetto, prodotta cioè dal rapido condensamento di grande copia di vapori, in folti ed atri nuvoloni; di quell'elettricità che in un modo o nell'altro vi domina più o meno strepitante, e variabile non solo nell'intensità, ma nella qualità pur anco passando da positiva ossia per eccesso, in negativa ossia per difetto, o da negativa in positiva a più riprese, e vicende; delle scariche di tal elettricità con lampi, tuoni, e fulmini; degli scrosci di pioggia, che sogliono a questi succedere ec.: non tanto astrusa, dico, è la spiegazione di tutti questi fenomeni insieme, onde sono stipati tutti, più o meno, i temporali, quanto quella di un'altro sintoma più disastroso che ne accompagna alcuni solamente, cioè la grandine.

Si domanda in primo luogo, onde è prodotto il freddo eccessivo che giunge ad agghiacciare le nubi apportatrici di gragnuola, le quali non compajono già molto alte; anzi sembrano essere delle più basse, e che ravvisansi, qualche tempo prima della fatale scarica, di un color cinericcio tirante più o meno al chiaro, andar vagando e come raminghe sotto il telone scuro dell'altre nubi che coprono il

Digitized by Google

cielo. Tali nuvole cinerizie funeste, sa ben distinguerle il contadino attento osservatore de' tempi, e dinotarle per quel che sono, per un ammasso cioè di grandine bella e formata. Ma d'onde viene, ripeto, il freddo inconcepibile che le ha in tal modo agghiacciate? Come ha potuto sorprenderle nel cuor dell'estate, nel bel mezzo del giorno, in una regione molto inferiore alla region nivale?

A cotesta questione assai difficile da risolversi, io mi sono accinto altra volta a rispondere, parte adottando ciò che da qualche Fisico è già stato messo in campo, parte valendomi di altre osservazioni dirette, non che ad appoggiare la già tentata spiegazione, ma a darle nuova forma. Si è detto adunque non senza verisimiglianza, ed io con più fondamento ancora m'avanzo a sostenere, che un tale e tanto freddo può esser prodotto dall'evaporazione, che soffre la nube medesima già formata; evaporazione che io riguardo come estremamente rapida e copiosa nelle circostanze che vado ad indicare, e sono: 1° i raggi del sole, che percuotono la parte superiore del nuvolo; di un sole sommamente vivo nelle ore, e ne' giorni più caldi dell'anno, in cui sogliono appunto accadere più spesso i temporali con grandine; 2° la grande rarezza e siccità dell'aria che sovrasta ad esso nuvolo; la quale straordinaria secchezza degli alti strati è comprovata e posta fuori d'ogni dubbio dalle moltiplici osservazioni dei due più grandi Fisici che siansi occupati delle modificazioni dell'atmosfera nelle diverse regioni sino alle più grandi altezze, cioè i Sigg. De Luc, e Saussure; ciò che anche è stato confermato dopo l'invenzione de' palloni aereostatici da quei Fisici che se ne sono valuti al migliore uopo, cioè a fare cogli stromenti meteorologici delle osservazioni a varie altezze; 3° la disposizione de' vapori vescicolari (un ammasso de' quali, e non altro, è qualunque nube) a risolversi in vapor elastico; considerando che tali vescichette d'acqua, o palloncini cavi fluttuanti nell'aria, disgiunti un dall'altro, anzi in certo modo repellentisi, son già, per così dire, incamminati allo stato di vapor elastico, ad assumer il quale loro non manca molto: disposti sono in somma ad una pronta, e perfetta vaporizzazione assai più che l'acqua in massa, o i corpi semplicemente bagnati; 4° finalmente l'elettricità medesima che favorisce in modo singolare qualunque evaporazione, come tante sperienze coll'elettricità artificiale de' nostri gabinetti ne fanno palese. Or dunque quanto più promoverà la risoluzione de' vapori vescicolari in vapor elastico la sì

Digitized by Google

potente elettricità atmosferica, quella straordinariamente forte, onde sono animati e si repellono quindi fra loro con vivacità cotali vescichette o palloncini cavi de' primi nuvoli temporaleschi? Quanto facilmente verranno lanciati dal seno di codeste nuvole, o piuttosto dalla loro superficie, tutt'intorno nell'aria, l'un dopo l'altro in copia, essi palloncini o sferette cave, per scomparire quindi, fusi in certo modo in vapor elastico, massimamente verso l'alto, ove concorre a tale trasformazione l'azion del sole, e l'aria secca, come quì sopra vedemmo?

Tutte queste circostanze che cospirano a promovere prodigiosamente l'evaporazione della nuvola temporalesca, segnatamente della sua faccia superiore, non potranno forse bastare a produrre nella mezzana regione dell'aria, in cui trovasi cotal nuvola sospesa, e ch'è già notabilmente men calda dell'infima regione, un freddo valevole a congelare il residuo di essa nuvola svaporante, od una parte almeno della medesima, la superficie cioè più esposta a tale evaporazione? A me sembra che sì. A chi però giudicasse ch'io le attribuisca troppo di poter refrigerante, e che? direi, non siam forse giunti a congelar l'acqua quaggiù anche in estate, mercè l'evaporazione dell'etere sulfurico, perciò solo, ch'ella è grande e rapida oltre modo? Ora un nuvolo nelle surriferite circostanze favorevolissime può bene andar soggetto ad un'evaporazione che uguagli, e superi pur anco quella dell'etere: e ciò basterebbe all'intento.

Che se si desiderasse una prova palpabile, una sperienza diretta comprovante che l'acqua si congeli effettivamente in conseguenza della sua propria evaporazione, ne potrei addurre più di un esempio; ma valga per molti quello, che ci offre una macchina idraulica ingegnosissima che trovasi impiegata nelle famose miniere di Schemnitz, e che porta il nome del suo inventore Hell, fratello del già celebre astronomo di Vienna. Questa macchina (tralasciando quì la descrizione, e l'uso della medesima) presenta un fenomeno il più sorprendente, ch'è la prova la più sensibile e più bella all'istesso tempo, del prodigioso raffreddamento, che può produrre l'acqua spruzzata nell'aria, mercè la pronta, e copiosa sua evaporazione. Girata una certa chiave o galletto, per cui schizza acqua ed aria a un tempo con grande impeto, e si sparpaglia quella a maraviglia; e presentato di contro a cotale pispino spruzzante, un cappello, un fazzoletto, o simile, questo in breve riman coperto di una crosta di ghiaccio, grossa più

Digitized by Google

d'una linea. Eppure chi 'l crederebbe? L'acqua rinchiusa coll'aria nel recipiente, prima che ne esca, non è molto fredda, anzi ha la temperatura comune, cioè di 8 in 10 gradi Reaum., giusta quanto riferì l'ex-Gesuita Poda, vecchio professore di meccanica a Schemnitz, al suo consocio Herbert già professore di fisica a Vienna: intorno a che può vedersi la bella operetta di quest'ultimo *Dissertatio de igni* stampata nel 1773, ove trovasi pur anche la descrizione della macchina colle figure. Quale dunque e quanta debb'essere l'evaporazione di quel getto d'acqua tramescolato d'aria, quale e quanto il freddo ivi prodotto, se arriva a congelare tanto prontamente un cumolo di gocciole d'acqua dianzi temperata!

Applichiamo quest'esempio ad una nuvola la qual soffra un'egual evaporazione, o poco minore, e non vi sarà più difficoltà a concepire che possa del pari congelarsi qualche sua parte, quella cioè che vi si trovi più dell'altre soggetta ovvero contigua al torrente, dirò così, di vapori elastici, che l'aria secca, il sole, e l'elettricità ne fanno sgorgare. Anche questa nuvola è formata di gocciole d'acqua tramescolate all'aria; il che favorisce di molto la risoluzione delle medesime in vapore elastico, come nel zampillo quì sopra descritto: anzi non essendo quelle altrimenti goccie piene, ma sferette cave minutissime, formate di una pellicola d'acqua estremamente sottile, quali sono tutti i vapori delle nebbie, e delle nuvole, detti perciò *vapori vescicolari*, trovar si deggiono assai più disposte a subire una tal compita vaporizzazione. Per le quali circostanze tutte anche senza il getto violento, e l'urto contro l'aria, che ha luogo per quell'acqua che spiccia fuori sparpagliandosi dalla macchina sovrindicata, può l'ammasso di tali vescichette o palloncini cavi, formante la nuvola di cui si tratta, non già denso ma più o men raro, su quella faccia massimamente ch'è rivolta all'alto verso l'aria più secca, e guarda il sole, può dico quest'ammasso e svaporare e congelarsi al pari di quel getto maraviglioso. Se poi i vivi raggi solari assorbiti dall'atra nube medesima, oltre al riscaldarla forte e più o men profondamente, le muovano d'attorno delle correnti d'aria secca, le quali, o blande la lambiscano e la rimescolino soltanto in parte, o violente la solchino più addentro, la sferzino e la straccino fin anche; chi negherà che possa la congelazione, effetto dell'evaporazione ivi per tanti mezzi promossa e sollecitata, non che uguagliare, superare quella, che presenta la macchina di Schemnitz?

Digitized by Google

Insisto molto sulle circostanze dell'aria secca al di sopra della nuvola che va a farsi grandinosa, e del sole che la investe; perchè credo che grandemente favoriscano l'evaporazione della medesima; tanto la favoriscano e la promovano, che senza di esse non possa per avventura mai essere così pronta e copiosa da agghiacciare ne' tempi caldi un intiera nuvola, e neppure la corteccia di essa.

E primieramente se l'aria che cova sopra la nuvola non è secca, potrà ben questa svaporare, ed anche abbondantemente, ove il sole la percuota; ma non si sarà appena sollevato il vapor elastico, che riuscendo sovrabbondante in quell'aria già quasi satura, tornerà a condensarsi ed a riprendere la forma di vapor vescicolare nebuloso. Tal cosa si rende talora visibile, quando cioè collocati opportunamente, miriamo alzarsi da qualche nuvola là dove appunto viene dal sole sferzata, delle colonne come di fumo. In questo e somiglianti casi, che sono certamente frequenti, ben s'intende come, tornando per tal condensazione a liberarsi il *calor latente* poco lungi e quasi indosso alla nuvola svaporante medesima, ne venga in gran parte riparato il raffreddamento da essa sofferto, e non possa quindi aver luogo la congelazione di cui parlasi. Il concorso poi del sole, e di un sol vivo, quanto possa e debba influire, si è già spiegato abbastanza, ed è più facile a comprendersi. Non fia dunque maraviglia, che siano queste due circostanze necessarie, come or ora dicevamo, all'effetto del quale si tratta.

Del resto qual altra ragione addurre si potrebbe, per cui i temporali circa le ore del mezzo giorno, e per un tempo secco, soglion essere i più minacciosi e funesti per grandine; laddove al contrario rarissimi gli esempj sono in cui ne cada nelle ore della notte, e di notte soprattutto avanzata, per quanto spaventosi sieno in tal tempo i temporali e l'elettricità fulminante? qual mai potrebbesi addurre ragione di ciò, fuori di quella che vado ad esporre? cioè: che l'evaporazione la quale raffredda potentemente il nuvolo, fino a stringerne insieme agghiacciati i vapori vescicolari, e le gocciole d'acqua intersperse, per qualche pioggia che cominci a stillare, fin anche a farne discendere la temperatura molti gradi sotto il o. R., cotesta evaporazione è soprattutto promossa ed avvalorata circa il mezzodì, pe' raggj del sole più vivi e penetranti che investono la faccia superiore di tal nuvolo, e per l'aria più che mai secca che giusto allora vi sta sopra: laddove in mancanza del sole, e sopraggiugnendo l'umidità

Digitized by Google

della sera, umidità che dee regnare allora anche in alto, l'evaporazione de' nuvoli, o sia quel processo che ne risolve e converte gran parte in vapor elastico, viene molto rallentato, se pur anche non cessa affatto; e quindi anche cessa in un colla congelazione de' vapori vescicolari la formazione della grandine.

Ecco come io spiego uno de' più gran paradossi di meteorologia, la comparsa cioè della grandine ne' giorni dell'anno più caldi; la congelazione dei vapori nella regione dell'aria molto inferiore alla regione nivale; la formazione di più o men grossi pezzi di ghiaccio colassù, ove pur regna naturalmente una temperatura pochissimo fredda; e quel ch'è più, nelle ore del giorno più infuocate, in cui anche quella regione deve essere calda anzichè no. Inerendo agli esposti principj, l'osservazione fatta già da altri fisici, che la presenza del sole e l'azione viva de' suoi raggi concorre quasi indispensabilmente alla formazione della gragnuola, rientra nella teoria, ed anzichè un'obbiezione, somministra una novella prova.

Un'altra gravissima difficoltà che ci presenta la grandine, sta nella grossezza e costituzione dei suoi grani, formati quasi sempre di più strati o lamine distinte di ghiaccio sodo trasparente intorno ad un nocciolo bianchiccio. Noi ne veggiamo per disgrazia tutti gli anni nella nostra Lombardia della grossezza di una noce, e tal volta anche di maggior mole. Ora non è facile il concepire in qual maniera de' pezzi solidi di ghiaccio, cotanto pesanti, possano essere sostenuti in aria, come pare che lo siano tutto il tempo, che veggonsi quelle tali nuvole cinerizie, che stimiamo giustamente zeppe di grandine, avvolgersi e passeggiar lente, o rimanere immobilmente sospese sotto il gran telone, od ammasso di nuvoloni scuri, che formano il pieno del temporale, e coprono un più gran tratto di cielo. D'altra parte volendo supporre che s'ingrossino a tal segno detti grani da principio minutissimi, e vadano rivestendosi di nuove e nuove croste di ghiaccio, durante la loro caduta (come la più parte de' fisici hanno avanzato senza prove, e per non saper che dire di meglio) da quale prodigiosa altezza non dovrebbero essi cadere per aver tempo di far ciò? Giusta le migliori osservazioni, la più grande altezza, a cui si trovino mai de' nuvoli, non va a 6 miglia italiane. Ora un grano di grandine, supponiamolo cresciuto già alla grossezza di un cece quando comincia a cadere (senza prenderci briga di spiegare come abbia potuto restar sospeso fino a questo punto), un tal grano abbastanza

Digitized by Google

pesante ha ben tosto percorso col moto accelerato di gravità questo spazio di 6 miglia; nel che impiegar appena potrebbe con tutta la resistenza dell'aria, un minuto primo. E come mai dunque in sì breve tempo crescer potrebbe egli a forza d'incrostazioni successive alla grossezza di una noce, e fino di un uovo di gallina, essendosi pur veduti talvolta de' grani di tal grossezza? Che poi se le nubi temporalesche non siano neppure delle più alte, come infatti si osserva che non lo sono, e se più basse anche dell'ordinario sian quelle dinotate appunto per nuvole gravide di gragnuola, come abbiam fatto fin da principio rimarcare?

Eccoci pertanto costretti a supporre che la grandine, durante la sua formazione, ed anche bella e formata, si sostenga pensile nell'aria, non uno od alcuni minuti, ma delle ore per avventura; tanto tempo cioè, quanto ve ne vuole, perchè giungano i suoi grani a forza di nuove incrostazioni a quell'ingrossamento, che veduto abbiamo che acquistano. Ma quale sarà mai la forza che sì li sostenti e li ritenga dal cadere, massime quando cresciuti già a notabile grossezza, son divenuti molto pesanti? Non possiamo immaginare altra forza, o potenza, fuorchè l'elettricità: resta a vedere se questa possa essere da tanto.

Concepiscansi i nuvoli temporaleschi dotati, come lo sono effettivamente, e ne dan segni più o meno strepitosi, di una poderosissima elettricità; eglino dovranno in virtù di questa, repellere fortemente le parti loro esterne: da ciò viene, che siffatti nuvoloni ci presentano sovente i loro bordi come stracciati, o a frangie, e gonfia la superficie in più luoghi, e per molte gobbe e prominenze, irregolare; per nulla dire de' brani che si prolungano in fuori, si staccano, e vengono visibilmente rigettati dal corpo della nuvola medesima. Altre volte compaiono anzi raccolti e condensati cotai nuvoloni nella parte inferiore, verisimilmente perchè cotesta superficie molto meno elettrizzata, o elettrizzata in senso contrario della faccia superiore, viene da essa attratta: come succede appunto in certe nostre sperienze (fatte per imitare alcuni fenomeni dell'elettricità atmosferica) che la parte inferiore di un volume di cotone elettrizzato, ove venga spogliata in qualche modo, ex. gr. con una punta, dell'elettricità, che avea comune col resto, o meglio si faccia passare all'elettricità contraria, tosto da rara e sfioccata che era, si raggruppa e si serra addosso alle parti interne ed alle superiori, in cui vige più forte

Digitized by Google

l'elettricità primiera. È questa a mio credere una delle principali cagioni, per cui siffatti nuvoli si fanno più densi e scuri degli altri. Comunque sia ve ne hanno al certo ne' forti temporali, che dispiegano una prepotente elettricità sulla faccia superiore.

Passiamo ora a considerare uno di cotai nuvoloni gagliardamente elettrici, il quale sorpreso da una quasi subitanea congelazione alla sua faccia superiore, in virtù di una stragrande evaporazione, cui va pel concorso di alcune circostanze soggetto, come abbiamo spiegato, trovisi su detta faccia cosparso e come seminato d'innumerevoli molecole e stellette di ghiaccio: egli è facile il figurarsi che codeste molecole, questi embrioni, o primi granellini di grandine, spinti e rigettati in alto dalla forte repulsione elettrica del nuvolone medesimo, saran tenuti sospesi ad una certa distanza, non altrimenti che una piuma, un fiocchetto di cotone, od altro corpicello leggiero son tenuti sospesi in aria da un tubo di vetro stropicciato ben bene, o da un altro corpo fortemente elettrizzato che lor si presenti per di sotto. Impiegando un largo piatto, o meglio un telone teso orizzontalmente ed isolato, sparso sopra di varj corpicelli, si può, infondendovi una vigorosa elettricità, avere il vago spettacolo di veder levarsi in aria, e sostenervisi lunga pezza tai corpicelli, anche non leggerissimi, cioè non solo delle piume, de' fiocchetti di seta, o di cotone, delle fogliette d'oro battuto, ma delle pallottole di carta, di sovero, ed altre ancora più pesantelle. La quale sperienza, fatta così più in grande, rappresenta meglio e in più bella maniera i grani di grandine sospesi, com'io immagino, al di sopra del telone nuvoloso, certamente non meno elettrico del nostro quì descritto.

Facendo attenzione a tale sperienza, osserveremo che quei fiocchetti, quelle pallottole ec. non si tengono già là immobili, e costantemente al medesimo intervallo sopra il telone, o piatto elettrizzato, bensì in una specie di oscillazioni sempre fluttuanti: si alzano, si abbassano alternativamente, quali più, quali meno; altri cadono addosso al piatto medesimo, e risalgono un istante dopo, altri vi rimangono giacenti: in fine ridotta l'elettricità ad un certo grado di debolezza, il bel giuoco, la danza galleggiante finisce; ed eccoli tutti quei corpicelli cadere, per non più rialzarsi. Lo stesso adunque succeder dee ai grani di grandine da prima minuti, indi via via più grossi: oscillan essi al disopra della nuvola fortemente elettrica com'essi; molti spogliati di elettricità cedendo al loro peso ricadono,

Digitized by Google

e non che toccare la superficie penetrabile, e affatto soffice di essa nuvola, vi s'immergono più, o meno, come accader dee; ma ben tosto, contrattane di nuovo l'elettricità, ne vengono ricacciati all'insù: solamente quelli a cui avviene di sommergersi tanto nel corpo della nuvola medesima da oltrepassarne il centro, vincendo coll'impeto della loro caduta la di lei forza repellente, non si rialzano più e vengono a terra; son questi quei grani rari e solitarj, dirò così, che scappano quà e là, e precedono la folta grandine che va fra non molto a cadere. Giacchè finalmente il giuoco di tutti quegli altri grani che stan volteggiando al di sopra della nube, non è eterno; esso non può durare che un certo tempo; fin tanto cioè, che da una parte la mole di ciascun grano accresciuta per sempre nuove incrostazioni e dall'altra la repulsione, che contro loro esercita il nuvolone, diminuita, a cagione dell'elettricità che mano mano s'indebolisce (dissipandosi questa, o per via di frequenti scariche, o per una lenta comunicazione all'ambiente) vengono essi grani strascinati dal loro peso vincente, a rovesciarsi precipitosamente, e in folla sopra la terra.

Ecco come io penso che si possa spiegare la sospensione della grandine in aria per lungo tempo, sospensione necessaria alla sua compita formazione, e all'ingrossamento sì notabile de' suoi grani, non supponendo ancora che un solo strato nuvoloso fortemente elettrico.

Or se ci piaccia di ricorrere ad una supposizione più che verisimile, qual è quella di due o più strati, un sopra l'altro, elettrizzati contrariamente, la spiegazione diverrà molto più facile e compita. Potremo allora rappresentarci questi grani non solamente sospesi e fluttuanti, ma in una viva agitazione, saltellanti, e come ballottati, spinti cioè e rispinti dallo strato di nuvole elettrico *in più* all'altro elettrico *in meno:* nella stessa guisa che de' corpicelli leggieri di ogni specie, e fin delle pallottole di sughero non leggierissime, danzano e saltellano tra due piatti nelle sperienze elettriche de' nostri gabinetti, qual è quella che in francese chiamasi *danse des pantins.*

Per avere sotto gli occhi un'immagine più rappresentativa, si può far ballare un gran numero di pallottole di midollo di sambuco, di sughero, o di carta, tra due lenzuoli o tappeti tesi orizzontalmente un sopra l'altro alla distanza di alcuni piedi, ed elettrizzati uno positivamente, o sia *per eccesso*, l'altro negativamente, ossia *per difetto*, ad un alto segno. Coloro che avran contemplato cotesto giuoco cu-

Digitized by Google

rioso, quand'anche non siano Fisici non avranno difficoltà a concepire che succeda la medesima cosa molto più in grande colassù tra due strati di nubi, tostochè si sarà loro fatto intendere che quelle nubi temporalesche posseggono un'elettricità incomparabilmente più forte di quella che possiamo mai eccitare colle nostre macchine. I Fisici poi informati pienamente di cotesta elettricità naturale e della sua forza, e che ne sanno per prova e per analogia apprezzare gli effetti, non dubiteranno punto della possibilità del fenomeno, e ardisco sperare che vi troveranno almeno qualche verisimiglianza, sol che ammetter vogliano in que' temporali che vanno a scaricare grossa grandine, i due strati di nubi separati da un giusto intervallo, ed elettrizzati uno contrariamente all'altro, come io suppongo.

E come non ammetterli in tali casi, e in altri pure? L'esistenza di più di uno strato di nuvoli in molti temporali non può rivocarsi in dubbio; come neppure l'elettricità contraria degli uni rispetto agli altri. Non vi è forse persona un poco osservatrice che non abbia rimarcato più d'una volta, soprattutto nei temporali tempestosi, dei nuvolotti men lontani da terra che ora rimangono immobili, ora scorrono e s'agitano sotto ad altri nuvoli estesi più elevati; siccome non vi ha alcun Fisico, il quale essendosi applicato alle sperienze dell'elettricità naturale, non abbia osservato nel conduttore atmosferico impiegato a tali sperienze, de' passaggi frequenti, e talvolta repentini dall'elettricità *positiva* alla *negativa*, e *viceversa*, nel forte de' temporali. Mi è accaduto, esplorando l'elettrità, nel maggior bollore di questi, coll'elettrometro atmosferico portatile di Cavallo (il noto elettrometro a boccetta da me perfezionato) avente la piccola asta ossia verghetta metallica avvitata sul suo cappelletto alla maniera di Saussure, e il candelino acceso in cima alla mia maniera, che trovo molto vantaggiosa, mi è accaduto di veder avvicendarsi le due contrarie elettricità, con passaggio quando repentino, e quando gradato ma rapido, otto, dieci, e fin quattordici volte in un minuto d'ora.

Non può dunque dubitarsi, ripeto, che esistano in siffatti temporali de' nuvoli dotati di contrarie elettricità, se fin ne abbiamo segni non equivoci all'elettrometro, oltre gl'indizj, che ne danno i lampi e le saette, che veggiam trascorrere per entro a que' campi di nuvoli, quali congregati, quali segregati, e che altro sicuramente non sono, che scariche elettriche, onde si bersagliano l'un l'altro. Potrebbe tutt'al più moversi qualche dubbio intorno alla disposizione

Digitized by Google

e collocamento troppo regolare, che sembra ch'io dia a coteste nubi, separandole giustamente in due strati paralleli fra loro e coll'orizzonte, ed assegnando tal intervallo tra l'uno e l'altro strato, che non sia nè troppo grande nè troppo piccolo, per dar luogo appunto all'immaginata danza de' grani di grandine. È d'uopo certamente che codesto intervallo sia grande anzi che nò, altrimenti si scaricherebbe tosto l'uno strato della sua elettricità sopra dell'altro; od andrebbero per la mutua attrazione ad unirsi e confondersi insieme, non lasciando luogo nè tempo a detta danza. Ma d'uopo è ancora, che non sia la distanza tanto grande da togliere all'azion mutua di farsi sentire dall'un termine all'altro, in guisa di produrre l'effetto di cui si tratta. Or come supporre che le cose si trovino aggiustate così di tutto punto?

Ai quali dubbj e difficoltà risponderò, ch'io non pretendo nè i due strati precisamente, detto già avendo che se ne possono formare di più, nè tale e tanta regolarità di posizione e di distanza, che altronde non è necessaria all'uopo; bastando che la descritta disposizione abbia luogo all'incirca, e nulla ostando qualche particolare varietà. Ma sia pure quella qualunque disposizione che si ricerca, difficile ad incontrarsi, e rara, difficilissimo anzi il concorso di tutte le circostanze favorevoli, secondo me, alla formazione della grandine e ad un insigne ingrossamento de' suoi grani; che perciò? Varj anche sono i casi, in cui cade copiosa grandine e grossa, ne è dessa già un appannaggio di tutti i temporali, ma di alcuni solamente, e per nostra fortuna di pochi, in mezzo al gran numero, che ne abbiamo noi quì ogn'anno: appunto perchè o l'una o l'altra o molte di tali circostanze mancano per lo più, e solo per disgrazia e fatalità si combinano alcuna volta tutte a segno di portarci di quelle grosse gragnuole di cui parliamo.

Del resto non so vedere perchè la disposizione delle nubi in due strati a un di presso orizzontali, separati da un intervallo assai grande senza essere immenso, ed elettrizzati l'uno *per eccesso*, l'altro *per difetto* ad un grado abbastanza forte, debba giudicarsi oltremodo difficile, e poco meno che impossibile; nè mi pare che una tal supposizione debba aversi per arbitraria, qualor si rifletta a quello che ho già fatto rimarcare, e che è uno dei punti, sui quali mi appoggio di più, cioè: che il sole, il quale sferza le nubi di prima formazione, onde risulta lo strato inferiore, promove e accelera di molto l'eva-

Digitized by Google

porazione della faccia superna di tal primo strato, risolve una gran parte di quei vapori vescicolari in vapor elastico: concorrendo a ciò, e l'aria secca che regna di sopra, e la costituzione propria di tali vapori vescicolari, e la loro mutua repulsione avvalorata dall'elettricità, conforme si è spiegato al principio di questa dissertazione. Imperocchè comprendesi allora agevolmente che cotesti nuovi vapori elastici sollevandosi, incontrar denno tosto o tardi un'aria abbastanza fredda per condensarli un'altra volta in vapori vescicolari, e formarne a conveniente distanza un secondo strato nuvoloso somigliante al primo: con questa differenza però, che fa al nostro caso, cioè: che il testè formato in alto dispiegherà una forte elettricità *positiva* (qual'è quella che sorge a dirittura da ogni condensamento di vapori in nebbia, o nuvoli), mentre il vecchio strato inferiore, scaricato già in parte, mercè di varie comunicazioni mediate, o immediate colla terra, ed esausto inoltre per l'anzidetta copiosa evaporazione, trovasi, non che privato della primiera sua elettricità parimente positiva, ma ridotto alla *negativa*, forte anch'essa. Ecco dunque i due gran piatti; tra i quali danzano e saltellano i grani di grandine formati dianzi, siccome io penso, in seno alla nuvola inferiore, segnatamente sulla faccia che guarda la nuvola superiore, formati, dico, in forza del prodigioso raffreddamento cagionatole dall'evaporazione, come si è spiegato abbastanza.

PARTE SECONDA

Ho parlato fin quì della grandine, come se i suoi grani fossero già dal principio belli e formati, e senza cambiare di figura e di costituzione, non facessero che ingrossare in seguito per via di successive incrostazioni, durante tutto il tempo che volteggiano nell'aria cacciati e ricacciati dall'uno all'altro strato di nubi. Solamente ho fatto qualche cenno del fiocchetto di neve, da cui sembra aver il suo principio ognuno di tali grani. Or conviene considerar meglio un tal punto importante, e trattenersi più di proposito su di esso. Abbiamo dunque per un fatto presso a poco generale, che de' fiocchetti di neve han servito di base alla grandine, scorgendosene comunemente uno non piccolissimo, anzi talora di più che discreta

Digitized by Google

mole, nel centro di ciascun grano. Differiscono pertanto interamente gli embrioni della grandine dai grani adulti, o vogliam dire compiti, della medesima; non essendo quelli sulle prime che fiocchi di neve, e questi formati dianzi da piccole stellette risultanti da filetti o sottili aghi di ghiaccio, quali si producono dalla congelazione immediata de' vapori nebulosi ossia vescicolari, sorpresi da un freddo intensissimo avantichè si rompano e risolvano in goccie, com'è ormai riconosciuto dai migliori Fisici, e come lo dimostra all'occhio la formazione di quella specie di brina che i Francesi chiamano *gelée blanche*, o *givre*, e noi nebbia gelata; e meglio ancora lo diede a vedere la curiosa sperienza fatta per azzardo dagli Accademici Francesi in Lapponia, e che è stata ripetuta da altri in Siberia. Avendo essi introdotta dell'aria eccessivamente fredda in una camera calda e molto vaporosa in cui si trovavano, la si vide in pochi istanti ripiena di cotali stellette, o piccoli fiocchi di neve, che cadevano sui loro abiti e sul suolo.

Questo spettacolo era assai bello; ma sarebbe stato molto più dilettevole e grazioso, se si fossero trovati in quella camera sospesi due gran piatti elettrizzati l'uno *in più*, l'altro *in meno*, il vedere que' fiocchetti ballare e saltellare, fare la così detta *danse des pantins*, e rappresentare al naturale ciò che avviene, com'io suppongo, in seno ai temporali ove si forma la grandine. Io sono persuaso, e punto non ne dubito, che se si fosse sostenuta lungo tempo in un coll'elettricità cotal danza, e si fossero forniti vapori abbastanza per mantenere nella stanza una grande umidità, potuto avrebbero quei fiocchetti coprirsi di qualche lamina di ghiaccio, e prendere la forma e consistenza di una grandine almeno sbozzata, di quella che chiamasi in Francese *gresil*. Meriterebbe certamente di essere ripetuta una tale sperienza sotto questo punto di vista; ma non so se alcuno vorrebbe portarsi espressamente per tal oggetto

. . . . . « oltr'Elba e Spree,
Fin sotto l'Orsa algente
Tra barbarica gente:
. . . . . .
Presso l'artico speco
Fra le bistonie nevi
Dov'è perpetua sera.

Digitized by Google

I fiocchi di neve che si formano alla medesima maniera nella regione delle nubi, voglio dire per un freddo eccessivo che assale i vapori vescicolari, di cui sono esse nubi composte, debbono risultare tanto più grandi e folti, quanto detti vapori vi si trovano più affollati, e la nube o nebbia, che in fondo è la stessa cosa, più densa e serrata; al contrario più rari e sottili, in ragione che tai vapori vi nuotano più alla larga. Gli è perciò, che nelle regioni molto avanzate del Nord vedesi d'inverno, in tempo di fortissimo gelo, l'aria serena seminata di rari punti luccicanti che sono per così dire, atomi di ghiaccio, vapori sparsi congelati.

Una osservazione importantissima per la Meteorologia in generale, e pel nostro oggetto in particolare, ella è, che i vapori vescicolari sopportano, senza congelarsi, un freddo di gran lunga superiore a quello che stringe in ghiaccio l'acqua in massa, come han fatto osservare il Sig. de Saussure ne' suoi *Saggi d'Igrometria* e il Sig. De Luc in tutte le sue opere meteorologiche, ed io pure in più luoghi delle mie lettere già citate, particolarmente nella nona, e come è facile ad ognuno di convincersene. Si vedono sovente delle nebbie tener forte delle ore e dei giorni interi contro un freddo che fa discendere il termometro molti gradi sotto il punto della congelazione. Gli è allora, che i rami degli alberi e delle siepi, l'erbe, i pagliaj, le tettoje, e fino i capelli e i lunghi peli degli animali, incanutiscono, coprendosi di quella specie di brina o neve gelata, che abbiam poco sopra accennata: e ciò perchè le vescichette d'acqua ond'è formata la nebbia, e che libere e nuotanti nell'aria reggono ad un freddo così rigoroso, al contatto poi di un corpo solido parimente freddo, contro il quale si rompono urtando, e si risolvono in gocciole o fili d'acqua, cedono alla forza congelante, e formano le prime laminette, o sottili aghi di ghiaccio, a' quali, come a punto di appoggio, se ne attaccano mano mano degli altri, prendendo certe configurazioni proprie della cristallizzazione dell'acqua in questo stato. In tal maniera formansi talvolta de' lunghi fiocchi pendenti a guisa di trine o frangie, de' festoni lavorati come a filagrana, bellissimi a vedersi.

Quanto alle altre vescichette che restan lungi dal contatto de' corpi terrestri, e costituiscono le nebbie alte o sia le nubi, esse non gelano, come dicevamo or ora, non formano stellette o fiocchi di neve, se non quando un freddo che sorpassa di molti gradi il termine della congelazione dell'acqua, vince tal loro inerzia, e le assog-

Digitized by Google

getta finalmente a questa trasformazione, o quando l'urto de' venti spingendo le une contro le altre, avvien che le rompa. Talvolta ancora delle piccole goccie d'una pioggia straniera, portatavi sibbene da un vento, o versatavi da una nube superiore per avventura men fredda, o pure alcuni fiocchi di neve parimenti estranei che sopraggiungano, servendo di un punto d'appoggio, traggono seco la congelazione delle vescichette freddissime, che incontrano, le quali senza di ciò rimarrebbero nello stato in cui sono.

Ecco come si genera d'inverno la neve, per la temperatura freddissima (intendo molto al di sotto del o. R.) che regna in questa stagione ne' nostri climi all'altezza ordinaria delle nubi; (ne' climi più meridionali, ed anche tra noi d'estate non si genera che ad altezze corrispondentemente maggiori; tranne il caso di temporali in cui abbia luogo quel freddo accidentale straordinario, di cui abbiamo a lungo ragionato antecedentemente): neve che cade subito o quasi subito dopo la sua formazione; le nubi non essendo temporalesche, cioè a dire non essendo animate da un'elettricità abbastanza vigorosa per sostenerne in aria i fiocchi, e farli saltellare lungo tempo; o non esistendo i due strati nuvolosi contrariamente elettrizzati, e a giusta distanza un dall'altro, per favorire una tal danza.

Non è così d'estate per que' temporali in cui l'elettricità si manifesta d'una forza prodigiosa; in cui l'evaporazione delle nubi inferiori promossa dall'azione del sole, in concorso delle altre circostanze da noi indicate, ha prodotto un freddo straordinario e di gran lunga superiore alla temperatura dell'aria, che occupano queste nubi, superiore pur anche di molti gradi alla semplice congelazione dell'acqua, in somma bastante a soggiogare i vapori vescicolari, e stringerli in fiocchi di neve gelatissima; in cui in fine cotesti fiocchi rispinti vigorosamente dalla nube elettrica, a cui appartengono, sono attratti con altrettanta vivacità dalla nube superiore dotata, come vi è tutto il fondamento di credere, di un'elettricità contraria, indi rimandati alla prima che li ricaccia: e così per un tempo più o men lungo, anzi talora lunghissimo.

Egli è per effetto di questa danza e ballottamento, di questo lanciarsi su e giù, come ognuno può figurarselo, che i fiocchi di neve, primi rudimenti e base della grandine, come già dicemmo, prendono la forma vera di questa, vestendosi d'una ed altra lamina o crosta di ghiaccio, e figurandosi in grani più o meno solidi, più o meno

Digitized by Google

rotondi, in parte opachi, in parte trasparenti. Rompon essi da prima le vescichette di qualche nebbia, o picciol nuvolo sparso, che incontrino sul loro passaggio; poi molte di quelle dei due strati nuvolosi medesimi di contrarie elettricità forniti, che percuotono con impeto, ed entro cui penetrano fino a certa profondità avanti esserne ricacciati; e così coll'acqua di tali vescichette rotte e disfatte, che si tirano indosso e che congelano, van crescendo di mole. S'aggiunge poi quella diffusa in istato non più di vapori nebulosi o vescicolari, ma di vapor elastico trasparente, in tutto il gran campo d'aria che è tramezzo ai detti due ampj tavolati di nuvole, elettrizzati contrariamente, come supponiamo; la qual aria così rinchiusa, debb'essere non poco umida, e divenire, se non lo fosse, umidissima, satura cioè, o quasi, di tal vapore elastico, col tempo: con quest'altra acqua adunque, che si depone sopra i già formati granellini, per essere i medesimi molto più freddi di detta aria umida che attraversano, si coprono viemeglio di una pellicola, poi di altre ed altre, le quali vengono mano mano indurate in ghiaccio sodo e trasparente, mercè di detto freddo eccessivo che trovavasi originariamente nei fiocchi di neve nuda più che gelati, come ho spiegato sopra, e che ritengonò anche già vestiti fino ad un certo segno.

Abbiamo un esempio del coprirsi per l'umido grande dell'aria, di una lamina o crosta di ghiaccio sodo, anzichè di brina, o di *givre*, alcuni corpi, come le colonne, i pavimenti, le muraglie, i vetri delle finestre, quando appunto avendo essi concepito, e ritenendo un freddo di alcuni gradi più forte del o. R. trovinsi esposti ad un'aria sciroccale, cioè assai più calda e molto umida senza però essere nebbiosa. Questo, che noi diciamo *gelicidio*, e i francesi *verglas*, è ben diverso dalla nebbia gelata (givre), la quale si forma, come vedemmo, dalla congelazione in figure vagamente cristallizzate dei vapori vescicolari freddissimi sopra i corpi per lo più men freddi di essi; dove al contrario il gelicidio nasce a dirittura dal disfacimento del vapor elastico diffuso nell'aria serena, il qual si depone precipitandosi, e forma uno strato o lamina unita sulla superficie de' corpi assai più freddi di esso e dell'aria, ed ivi vien tosto per tal freddo rappreso ed indurato in ghiaccio. Ora nei grani di grandine, che mostransi più trasparenti che opachi, in cui sono più le croste durissime di ghiaccio sodo, che le parti bianchiccie, molli, o spugnose, appare che questa del gelicidio ha prevalso all'altra foggia di congelazione.

Digitized by Google

Cotai grani di grandine trasparenti e cristallini tutti fino ad un picciol nucleo centrale, opaco, e bianco, che scopresi, spaccandoli, essere vera neve, sono i più frequenti, e soglion essere tutti di questa sorte ne' fortissimi temporali, e quando cadono di un'insigne grossezza. Altre volte i grani, ancorchè di una mole considerabile, come nocciuole per esempio, si mostrano semi-trasparenti, od anche opachi, e biancastri in quasi tutta la sostanza, e appena in qualche parte cristallini, aventi però sempre il nucleo nevoso più o meno distinto. Questi grani, è da credere che siansi ingrossati massimamente colla congelazione successiva di vapori vescicolari, a foggia della nebbia gelata, di cui sopra. Ho vedute ancora delle grandini, in cui nella maggior parte de' grani si alternavano, cominciando dal nucleo nevoso, gli strati trasparenti solidi cogli opachi men duri e bianchi: il qual accidente s'intende benissimo dalle cose dette poc'anzi, come abbia potuto aver luogo. Finalmente compajono ancora, rarissime volte però, delle gragnuole di grani anzi piccioli che grossi, i quali non hanno neppure il nucleo nevoso, e che si presentano quai globetti intieramente solidi. Di queste avrò occasione di parlare ancora in seguito. Non sono poi mai i grani di grandine, che si dicono sferici, di una sfericità perfetta; dalla quale se non si allontanano molto nella maggior parte dei casi, comparendo soltanto, od un poco ovali, o sferoidali alquanto compressi, altre volte ne si mostrano ora schiacciati sopra una faccia e quasi emisferici, or aventi più faccie, or a forma di lenti ec., per nulla dire di altre irregolarità più mostruose in certo modo, come quando si fan vedere angolosi, cornuti, od irti di più punte: i quali casi rarissimi concepir possiamo che nascano da fortuiti accozzamenti, dall'agglomerarsi ed innestarsi più grani in uno, ec., siccome di quelle altre irregolarità meno strane, di quelle compressioni, possono essere stati causa, o il troppo impeto con cui furon ballottati e lanciati, o dei colpi di vento, o qualche parzial fusione da essi sofferta, sia colassù tra lo danzare tumultuoso, sia vicino a terra, nel cadere framescolati a pioggia, od altro qualsiasi accidente.

Tutte queste varietà di forma e di costituzione ne' grani di grandine si conciliano benissimo colla supposizione del saltellare e danzare che fanno lunga pezza cotesti grani quali essi sieno, mandati e rimandati dall'uno all'altro strato di nubi per largo intervallo di aria molto umida, sparsa fors'anche quà e là di altri nuvolotti rari, o pic-

Digitized by Google

cioli volumi di nebbia, come già si è detto, e come ci possiamo facilmente figurare: si conciliano, ripeto, benissimo con tal supposizione, anzi non veggo come in altra maniera potrebbe spiegarsi l'ingrossamento sovente così grande di detti grani. Non facendo per tanto più alcun conto di siffatte varietà, che nulla cangiano al fondo della cosa, e che al proposito della supposta danza la richiedono tutte ugualmente; ripigliando il nostro assunto, richiamando l'osservazione importantissima, che ciascun grano di grandine presenta comunemente, anzi sempre, eccettuato soltanto qualche caso rarissimo che abbiam quì sopra indicato e di cui torneremo a parlare, una picciola massa bianca e spugnosa, talora anche grandicella, che ne occupa il centro, e che è vera neve. Questa osservazione della macchia bianca, o fiocchetto centrale ben distinto, è stata fatta già da lungo tempo, ed è notissima a chiunque ancora non è fisico, siccome ignorar non può chi lo è, l'origine e la qualità di neve che ritiene tuttavia là dentro a quella massa di ghiaccio solido che la involge e stringe.

Si convien dunque generalmente che de' fiocchetti di neve siano il primo elemento della grandine, la base di ciascun grano, di cui formino il nucleo. Ora io amo di rappresentarmeli cotali fiocchi di una neve straordinariamente fredda, cioè molto oltre il termine della semplice congelazione dell'acqua, come ho insinuato ch'esser denno in certi casi; amo di rappresentarmeli che danzano e saltellano tra due gran tavolati di nuvole elettriche contrariamente; che rompono con tal movimento impetuoso e tumultuante molti vapori vescicolari che incontrano tra via, e molti ancora di quelli dell'istesse nubi da cui vanno e vengono cacciati e ricacciati con forza, e in cui perciò si affondano ogni volta più o meno; che al di più si tirano addosso anche il vapore non vescicolare nebuloso, ma trasparente, sparso nell'aria molto umida, che attraversano; e che per tutte queste guise acquistano nuove e nuove incrostazioni di ghiaccio, come spero di avere abbastanza spiegato. Se cotesto giuoco non dura che un breve spazio di tempo, ecco che ne viene a cadere una grandine, dirò così appena sbozzata, formata di granellini minuti (somigliante a certi piccioli confetti di semi di curiandolo zuccherati) che chiamiamo *neve gelata*, e i francesi *gresil*: ordinario prodotto di certi temporali deboli e passeggieri. Al contrario, se il temporale si sostiene, se le nubi coprono lungo tempo il cielo, e mormorano inquiete, la mag-

Digitized by Google

gior parte però immobili all'alto, le altre al di sotto più o meno vaganti, se non iscaricano la loro elettricità, che in parte; se durano un gran pezzo senza dissiparsi nell'aria, o diffondersi largamente ad altre parti dell'orizzonte, o senza precipitarsi quelle di uno strato sopra quelle di un altro, e confondersi insieme; se stazionario in somma e senza quasi cambiare il tetro suo aspetto mantiensi per delle ore il temporale; se il freddo straordinario, ciò che più fa, continua sempre tanto in esse nuvole, quanto nell'intervallo tra uno strato e l'altro: i grani di grandine in queste circostanze, ed altre favorevoli, che non saprei tutte annoverare, e ch'è difficile per altro che s'incontrino tutte, potranno giungere a forza di nuove incrostazioni ad una grossezza prodigiosa.

Egli è vero che richiedesi a tal uopo, per tener sospesi cioè in aria e far saltellare così de' grani anche solo di mezzana grossezza, che son pure non poco pesanti, non che i grossissimi e pesantissimi una forza elettrica di cui non abbiamo idea. Ma tale è effettivamente quella delle nubi ne' temporali, e in alcuni soprattutto. Per convincersene basta osservare come delle volte un nembo tempestoso, che non sarà ancora elevato sopra l'orizzonte 45 gradi, affetta già l'aria serena che sta sopra il nostro capo, in guisa che l'elettroscopio atmosferico, che noi alziamo ne dà dei segni sensibilissimi, e non solamente quando l'elettricità del nembo è della medesima specie di quella dell'aria, cioè *positiva*; ma ben anche quando ella è contraria, o sia *negativa*. Ognuno giudichi da ciò quale debba essere la forza elettrica di quegli ammassi di nuvole, che estendono così la loro sfera di attività a molte leghe di distanza; quale debba essere, dico, la forza tanto attrattiva, che repulsiva sui corpi vicini a norma dello stato in cui si trovano questi, o di niuna, o di omologa, o di contraria elettricità; e se essa non sarà valevole a cacciare e ricacciare da strato a strato i grani di grandine più pesanti che siansi mai veduti (elettrizzati essi pure alternativamente *in più* e *in meno*) con maggior facilità di quella, con cui noi facciam ballare le piume e le pallottole di midollo di sambuco co' nostri apparecchj, e la nostra meschina elettricità artificiale, la quale non estende che a pochi piedi la sua sfera di attività.

Ritornando al nucleo nevoso, non voglio dissimulare, che sovente i granelli di neve gelata (*gresil*) di cui ho già parlato, e alcune

Digitized by Google

volte pure anche i grani più considerabili di una vera grandine, si mostrano senza l'indicato nucleo o corpicciuolo bianco centrale, come ne ho già fatto cenno. Questi grani che costituiscono una specie particolare di gragnuola, io li credo col Signor De Luc juniore (che dimora a Ginevra, fratello del famoso autore delle *Ricerche sulle modificazioni dell'atmosfera*, e di tante altre opere, il qual vive a Londra), li credo prodotti originariamente da goccie vere di pioggia, cadenti da una nuvola superiore, che si sono agghiacciate nell'attraversar indi uno strato di nuvole inferiore freddissimo. Questo Fisico e naturalista illuminato, osservatore non meno attento e sagace del suo fratello maggiore, ha notato molto bene le circostanze del fenomeno rimarcabile, di cui si tratta; e si è assicurato un giorno (era verso la fine di autunno) che cadeva a Ginevra una grandine di tale specie, si è, dissi, assicurato che lo strato di nubi superiore che distillava una picciola pioggia, non era tanto freddo quanto lo strato inferiore, trovandosi questo effettivamente di alcuni gradi sotto il termine della congelazione, mentre l'altro superiore aveva una temperatura di qualche grado sopra tal punto.

Una tale osservazione non conferma ella l'idea che io mi sono formata, e su cui insisto tanto, del raffreddamento del primo basso strato di nuvole, mercè l'evaporazione che questo soffre, e che dà origine ad un secondo strato superiore? Il tempo essendo calmo io non veggo come si possa spiegare altrimenti cotesto freddo più grande dello strato nuvoloso inferiore. Con tutto ciò, mi si dirà, è ben lungi che succeda sempre così: allorchè ci avviene di attraversare più di uno strato di nuvole, salendo sopra montagne molto elevate, i più alti strati ancorchè nuvolosi, trovansi d'ordinario i più freddi. Io non negherò questo: le nubi per se stesse sieguono la temperatura delle regioni d'aria che occupano; per conseguenza non è che nei casi, in cui la nuvola superiore si è formata a spese dell'inferiore preesistente, la quale ha sofferto una grandissima evaporazione, non è che in questi casi, che tale nuvola inferiore impoverita, può trovarsi più fredda della superiore, supponendo il tempo calmo; poichè se regnano dei venti di diversa temperatura, se han luogo delle correnti d'aria ascendenti, discendenti, ec. è facile comprendere come possa dominare accidentalmente uno strato d'aria temperato nella regione più alta, ed uno freddo nella bassa. Ora io son persuaso che in occasione di temporale, allorchè le nuvole inferiori minacciano la gra-

Digitized by Google

Apparato per lo studio della formazione elettrica della grandine.

Digitized by Google

Digitized by Google

gnuola, siano sempre queste le più fredde, freddissime anzi oltremodo, o si tratti di una grandine propriamente detta col nucleo nevoso incrostato da una o più lamine concentriche di ghiaccio, o si tratti dei minuti grani di neve gelata (*gresil*), o finalmente di quell'altra specie molto più rara, consistente in grani solidi e pieni, formati da goccie di pioggia gelatesi nella loro caduta, di cui or ora parlavamo. In quei temporali per tanto che sono, apparentemente almeno, preceduti ed accompagnati durante la loro formazione da calma, scatenandosi i venti contrastanti e turbinosi solamente allo scoppiare della procella, in tali temporali dico, in cui appajono dal loro principio fino al maggior pieno quasi immobili gli ammassi nuvolosi, eppure vi si sta fabbricando ed ingrossandosi la grandine, non può credersi che il freddo oltremodo intenso delle nuvole più basse zeppe di tal grandine vi sia stato portato da alcun vento: e d'onde mai, se stato anche ve ne fosse senza farsi in alcun modo da noi sentire, lo piglieremmo cotanto freddo? Resta dunque, che all'evaporazione sofferta da esse nuvole, ad un'evaporazione estremamente grande e rapida nelle date circostanze, sia dovuto un sì prodigioso raffreddamento, la totale o parziale loro congelazione, ec., ciò che è stato uno de' principali miei assunti in questo scritto e nei precedenti.

Parte Terza

Ho ancora molte cose a dire in favore della mia supposizione esposta ne' precedenti articoli, dei due strati cioè di nuvole elettrizzati contrariamente l'uno all'altro ad un altissimo grado, massime il superiore, e separati da un intervallo assai grande: fra i quali io poi immagino che dei fiocchi di neve, da prima semplici e leggieri, indi più grandicelli, e rivestiti mano mano di lamine di acqua congelatesi sopra di essi, in virtù dell'estremo freddo de' medesimi, e cambiati per tal modo in vera grandine, sono cacciati sù e giù, e ballottati per lungo tempo; durante il quale non cessano d'ingrossarsi vie più per nuove incrostazioni di ghiaccio.

Quanto alla prima parte di questa ipotesi, che stabilisce tali strati presso a poco orizzontali; distinti e separati non solo, ma animati da opposte vigorose elettricità, se non in tutti i temporali, nei

Digitized by Google

più complicati almeno, e segnatamente in quelli, in cui vien fabbricata molta grandine, e portata ad un insigne grossezza, io potrei aggiungere alle già addotte, diverse altre osservazioni che molto la favoriscono, e sforzano, direi quasi, ad adottarla. Una di queste è quel passaggio frequente, e talvolta quasi repentino dall'una all'altra elettricità contraria, che scorgesi negli elettroscopj atmosferici esposti a tai temporali: di che ho parlato già, riportando che fin 14 di tali inversioni di elettricità mi è accaduto di osservare nel tempo di un minuto. Ora non possiamo figurarci, che in così breve spazio si cambi tante volte la nuvola soprastante all'elettroscopio, e sottentrino alternatamente con tanta rapidità le une all'altre delle nuvole elettrizzate in senso contrario: e il figurarselo ancora sarebbe contrario al fatto, quando osserviamo, che la nube da noi esplorata è presso a poco stazionaria, o rimane immobile, che in somma è per lungo tempo la medesima. Non vi è dunque altra maniera, onde spiegare il suddetto avvicendarsi de' segni nell'elettroscopio, marcando esso un momento l'elettricità *per eccesso*, un momento dopo, quella *per difetto*, indi tosto la prima, poi di nuovo la seconda, ec.; fuori che supporre che possedendo la nuvola o lo strato di nuvole, verso cui s'alza esso elettroscopio, un'elettricità qualsiasi (verisimilmente la *negativa*) un'altra nuvola, od uno strato di nuvole superiore possegga l'elettricità contraria ad un grado molto più forte; per cui quando l'un nuvolo o strato si avvicina all'altro, e a misura che si accostano, l'atmosfera elettrica del superiore contrabbilanciando colla sua azione o sia elettricità *premente*, come da alcuni si chiama, l'elettricità contraria più debole dell'inferiore, va affievolendo mano mano la *tensione*, e i segni di questa, o li toglie del tutto, o avanzandosi più ancora, obbliga esso nuvolo inferiore a dar segni di quella elettricità contraria prevalente: così poi scostandosi i due strati, van mancando gradatamente questi segni di elettricità *accidentale* fino al zero, e più oltre risorgono e van crescendo quelli della *reale* contraria, ec.

Tutto ciò viene rappresentato benissimo con due piattelli elettrizzati artifizialmente, uno ad un debol grado *per difetto*, e montato sopra uno de' nostri elettrometri a boccetta, l'altro ad un grado più forte *per eccesso*, il qual tengasi isolato sopra, e parallelamente al primo a varie altezze. Quando il piattello superiore sta molto alto, l'inferiore dà segni di tutta o quasi tutta la sua elettricità *negativa*, che è poca, come dicemmo; ma a misura che quello si abbassa, o che

Digitized by Google

alziamo verso di lui il piattello inferiore, scemano cotai segni in questo, finchè ad un certo punto di vicinanza cadono del tutto, ed a maggiore prossimità ancora vi sorgono quelli dell'elettricità contraria propria del piattello superiore. Nè è già che cotesta elettricità soperchiante vi si sia effettivamente comunicata; cioè che abbia avuto luogo una reale trasfusione: niente di questo (salvo che un troppo grande accostamento abbia provocato una qualche scarica od esplosione di scintilla); egli è per semplice *pressione*, o sia per la sola *azione dell'atmosfera elettrica* prepotente del piattello superiore, che viene costretto l'inferiore a dar segni di elettricità *positiva*, comunque ritenga ancora la sua *negativa*: in prova di che, ritirando gradatamente quel piattello superiore, van decadendo pure per gradi i segni nell'inferiore di cotal elettricità *accidentale*, o *di pressione* fino al nulla, e fino al risorgere, a misura che cresce ancora l'allontanamento, i primieri segni della propria elettricità *negativa*.

Somigliante dunque possiamo figurarci, anzi dobbiamo credere che sia la condizione delle nubi temporalesche, quando l'elettroscopio innalzato verso l'inferiore loro strato, contro ad un nuvolo, che non si cambi già, nè venga altrimenti portato via da' venti (dei quali casi, che accadono sibbene, non parlo or quì), pur ce lo mostra che muta da un momento all'altro lo stato di sua elettricità, passando per gradi più o meno rapidamente, e talvolta quasi per salto, dall'una all'altra opposta. Ammessi i due strati, è facile immaginare che s'accostino e si allontanino vicendevolmente, or più or meno e a varie riprese; che ascenda o discenda or l'uno or l'altro, or si movano ambedue, quando avvicinandosi, quando scostandosi, spinti da venti o correnti d'aria ascendenti o discendenti (che sembrano infatti aver luogo di frequente ne' forti temporali), o variamente sollecitati dalle stesse forze elettriche, sì dispiegate da essi, che procedenti da altri ammassi di nuvole al di fuori ec., è facile rappresentarceli que' due strati moventisi su e giù, e come ondeggianti tra loro: e tanto basta per tutte quelle mutazioni di segni elettrici, di cui parliamo, che imitiamo così bene colle nostre sperienze de' piattelli, come si è veduto, e che in tutt'altra maniera sarebbero inesplicabili, ma intesi così, cessano fin anche di essere sorprendenti.

Un'altra osservazione molto pure favorevole, e conducente quasi per necessità ad ammettere i due strati nuvolosi contrariamente elettrizzati ne' temporali di cui si tratta, è quello che ho rimarcato già

Digitized by Google

da molti anni, e che altri probabilmente avran rimarcato anche prima di me, cioè: che i temporali i quali vanno a scaricare e profondere grossa grandine, non soglion essere i più minacciosi e i più a temersi per riguardo a' fulmini, giacchè rarissimi son questi ove quella si prepara ed è imminente. E non è già, che non domini molto l'elettricità in sì fatti temporali grandinosi; che anzi il mormorar quasi continuo de' tuoni, e la frequenza dei lampi per assai lungo tempo, annunziano e mostranci evidentemente, che una prodigiosa quantità di fluido elettrico è messa in giuoco: eppure non avvengono scariche fulminee contro terra o poche, in tali circsotanze, in cui parrebbe che dovessero essere frequenti. Ora si può render facilmente ragione di un tal fenomeno, tostochè si ammettono con me i due strati nuvolosi elettrizzati in senso contrario: basta dire, che siccome lo strato inferiore, dal quale si potrebbero temere i colpi di fulmine, rivolge allora la sua azione e forza principalmente verso lo strato superiore contrariamente elettrico; così le scariche si fanno dall'uno all'altro, anzichè contro la terra; i nuvoli o si saettano fra loro, o con ampj e più facili trascorrimenti van ripartendosi lo stesso fluido fulmineo già cotanto sbilanciato: quindi quei lampi frequenti e quasi continuati: quell'infocamento che talora appare di questo o di quel tratto, e fin di tutta la volta nuvolosa; quel mormorar sordo e come da lontano del tuono (e ciò perchè gli scoppj accadendo al di sopra dello strato nuvoloso a noi più vicino, questo ne smorza il suono, che dee giungere al nostro orecchio); quel mormorar, dico, quasi senza intermissione; quel fremito del cielo e dell'aria, che ci atterrisce, e ch'io non saprei descrivere: sintomi tutti che minaccian grandine, e grandine copiosa.

Io ho per disgrazia molti esempi, sì antichi che recenti, ne' quali, dietro gl'indicati sintomi e qualche altra osservazione (come delle nuvole cinerizie vaganti sotto il gran telone più o meno scuro; e ciò nelle ore vicine al mezzodì, nelle quali il sol più cocente ha potuto sferzare la faccia superiore del primo strato nuvoloso formatosi, e divenuto in seguito temporalesco), dietro tali sintomi, dico, ed osservazioni, ho pronosticata e indovinata pur troppo la caduta di grandini più o meno desolatrici. Il più rimarcabile di tali esempj, e in cui comparvero più spiegati i detti sintomi, è la grandine spaventosa caduta la notte del 19 al 20 Agosto dell'anno 1787, che ha devastate le campagne ne' contorni di Como in un'estensione di 30

Digitized by Google

miglia di lunghezza sopra 20 circa di larghezza. Il temporale non avea cessato di mormorare nel modo sopra descritto dalle 2 ore pomeridiane fino a mezza notte, allorchè succedette quell'orribile scarica di grandine sterminatrice; e durante tutto questo tempo, non cadde, che si sappia, alcun fulmine; non v'ebbe alcun luogo eminente o basso colpito; non si udirono neppure dei colpi di tuono spaventevoli od assordanti, quantunque l'elettricità delle nuvole fosse così grande, che i lampi erano continui ed estesissimi, e tutto il cielo pareva in fiamme, la sera massimamente, e nelle ore prime della notte. Tutto il giuoco di quest'immensa elettricità, tutte quelle scariche ed effusioni della medesima, succedevano dunque lassù all'alto, senza dubbio fra nuvole o strati di nuvole contrariamente elettriche, che si bersagliavano esse piuttosto che la terra. V'è poi tutto il fondamento di credere che la grandine abbia cominciato a formarsi durante il giorno, allorquando il sole saettava i suoi raggi sulla faccia superiore della nube che divenne utero e culla di essa grandine; quantunque questa non cominciasse a cadere che a notte innoltrata, cioè a 10 ore in alcuni luoghi, a 11 a 12 in altri, e in qualche sito più tardi ancora. Almeno egli è evidente per questa stessa dilazione di tempo osservatasi, che una gran parte dei grani, alcuni dei quali grossi come ovi di gallinaccio, e molti pesanti più di 9 oncie, han dovuto essere sostenuti in aria per delle ore. E che facevano essi mai colassù? s'ingrossavano, s'impinguavano, diciam così, saltando e danzando, come io penso, e come è facile di figurarsi, fra i due gran tavolati di nuvole, i quali elettrici contrariamente, se li rimandavano a vicenda, e rivolgevano le loro forze l'un contro l'altro; fino a tanto che scaricati questi strati nuvolosi in gran parte, e omai esausti di tali elettricità, che andavano vicendevolmente distruggendosi, e non avendo quindi più tanta forza da cacciare e ricacciare cotali grani divenuti troppo pesanti, han dovuto lasciarli precipitar sulla terra; e ciò a diverse epoche nei diversi siti, secondochè, corrispondentemente a diversi tratti di essi strati nuvolosi estesissimi, più presto o più tardi veniva a mancare cotal forza elettrica abile a sostenere la grandine in aria, e mantenerla in ballo.

Quest'altra parte della mia ipotesi, che riguarda la danza, o sia il vivo e frequente saltellare de' grani di grandine, che ho descritto, e di cui mi prendo qualche volta piacere di rappresentarmene una bella immagine, gettando una manciata di leggere pallottole fra due

Digitized by Google

lenzuoli o tappeti tesi orizzontalmente un sopra l'altro ad una conveniente distanza, ed elettrizzati uno *positivamente*, l'altro *negativamente*, e mantenuti lungo tempo in tale stato di contrarie elettricità piuttosto forti; questa parte, dico, non meno curiosa che importante della mia ipotesi, confesso che ha bisogno ancora di prove, quantunque ella abbia in suo favore, oltre l'indicata bella rappresentazione, la teoria elettrica medesima, e ch'essa si accordi molto bene con molte circostanze ed accidenti rimarcabili che precedono ed accompagnano la grandine, come ho spiegato. Con tutto questo ella non va esente, il vedo, da qualche difficoltà; e altronde si trova appoggiata a sole congetture, molte in vero e plausibili, ma non ancora ad alcuna osservazione diretta che la dimostri, e la renda così evidente da non lasciar luogo a dubitare. Eccone però una che toglierebbe qualunque dubbio e finirebbe di convincerne, se essa fosse ben certa e confermata. Molte persone assicurano aver sovente inteso all'accostarsi della grandine, e sì anche un tempo considerabile avanti la sua caduta, un certo strepito o scroscio nella nube che comparivane carica, somigliante a quello di un mucchio di noci che venissero sommosse, oppur versate da sacchi. Se questo scroscio pertanto non era l'effetto, come potrebbe sospettarsi, della grandine già cadente e percuotente la terra in altri luoghi più o meno lontani; se, come tali persone sostengono, si sentiva molto prima che essa grandine avesse cominciato a sfogare; se veniva tal rumore manifestamente dall'alto; è chiaro che ciò non potè essere altro che il ballo tumultuoso della grandine medesima, quale io lo suppongo, cioè il romore cagionato dalla collisione dei grani di questa, già grossi e solidi, dal cozzar fra loro nell'andar e venire in folla e in furia da un nuvolo all'altro cacciati e ricacciati più volte, prima di trapassare la nube inferiore, e venir a battere la terra cadendo.

Se qualcuno fosse così ardito di montare in un pallone aereostatico in mezzo ad un gran temporale, fino ad attraversare il primo strato nuvoloso, quale spettacolo imponente non gli offrirebbe il combattimento delle nubi, le varie loro incursioni, il fuoco elettrico versato a torrenti, ec.? Sarebbe egli allora a portata di osservare, di studiare ciò che ora c'interessa, la formazione della grandine, le sue modificazioni, i suoi movimenti: vedrebbe se quella specie di danza, quel saltellare su e già dei suoi grani spinti e rispinti da uno strato nuvoloso all'altro, che mi piace di supporre, ha luogo effettivamente,

Digitized by Google

e fino a qual segno; vedrebbe se m'inganno in tali mie immaginazioni, o se colgo giusto, in qualche parte almeno. In mancanza di queste osservazioni nel seno stesso de' più fieri temporali, che niuno potrebbe intraprendere senza esporsi ad evidenti gravissimi pericoli, non ne abbiamo noi delle altre fatte da alcuni dei più intrepidi aereonauti in tempi meno procellosi, le quali possano in qualche modo supplire? Senza parlare del freddo eccessivo, che comunemente hanno essi incontrato nella regione delle nubi, io mi riporto a quello, che mi sovvengo di aver letto nelle relazioni di alcuni di cotai viaggi aereostatici, cioè, che quando ebber que' volatori toccato colla macchina aerea il primo velo di nubi, e penetrandole quinci vi furono immersi tanto d'averne già sorpassato uno strato o più, si trovarono con sorpresa involti da fiocchi di neve, quantunque non fosse inverno, e da piccioli grani gelati (*gresil*), che saltellanti percotevano da tutte le parti la stoffa del loro pallone e ne venivan rimbalzati; e ciò in un tempo, in cui non cadeva niente sulla terra nè di tai fiocchi nè di tai grani di neve gelata. Senza dubbio eran questi rudimenti od embrioni di grandine; e sembra che cotali grani fossero già dotati di un principio di quel movimento che li avrebbe fatti ballare e saltare con vivacità, nel modo ch'io ho descritto parlando della vera grandine, se in vece d'un temporale che potea dirsi appena iniziato, e in niun modo avvertito dagli abitanti della terra, si fosse trattatto di un vero temporale, potente in elettricità, tuonante e, ciò che più fa al nostro caso, minacciante grandine rovinosa.

Dopo tutto questo bisogna pur convenire, che se non può dirsi ancor dimostrata, è resa sommamente probabile anche questa parte della mia teoria, che riguarda la lunga sospensione in aria e la danza sostenuta della grandine che va ingrossandosi. Le altre parti riguardanti l'esistenza delle due contrarie elettricità in nuvole o strati nuvolosi separati a varj intervalli, e il freddo intensissimo, onde è compreso uno almeno di questi strati, cioè l'inferiore, o sia quello in seno a cui formansi i fiocchetti di neve, primi embrioni di essa grandine, non han bisogno, mi lusingo, dopo le cose dedotte negli antecedenti articoli, di ulteriori prove. Non posso abbandonare questo soggetto senza risolvere alcune delle principali difficoltà, che non ho per anco prevenute, e rispondere a due o tre altre questioni. Come mai, dirassi, si può concepire che due strati nuvolosi contra-

Digitized by Google

riamente elettrizzati si tengano giustamente alla distanza richiesta per attrarre, e rispingere alternativamente da prima i semplici fiocchi di neve, in seguito questi medesimi intonacati di ghiaccio sodo, e trasformati così in grani pesanti di grandine, senza permettere loro di cadere a terra; e ciò per un tempo lunghissimo? Non è egli evidente, che tali strati di nubi attraendosi, s'accosterebbero e si confonderebbero ben tosto in una massa?

Si può rispondere a questa obiezione, che il nuvolo inferiore non è attratto soltanto dal superiore elettrico contrariamente, ma ben anche dalla terra, particolarmente dalle montagne, dalle foreste, ec., alle quali veggiamo che le nubi si accostano e si attaccano di preferenza; e che in tal maniera può essere cotesto nuvolo inferiore contrabbilanciato; non altrimenti che può esserlo ancora il superiore da un terzo che lo attragga in senso contrario. In questo caso le masse dei due strati nuvolosi dotati delle opposte elettricità, dei quali si tratta, restando immobili, od in una semplice oscillazione, in quella specie di ondeggiamento, che abbiamo di già considerato (spiegando il sì frequente cambiarsi dei segni nell'elettroscopio atmosferico), le parti delle loro superficie interne cederanno sole alla tendenza mutua che le sollecita; esse si gonfieranno, soffrendo come una specie di flusso, se ne distaccheranno ben anche dei brani e fin dei grossi pezzi, che andranno su, giù, innanzi, indietro dall'uno all'altro strato a vicenda: ciò che faranno con molto maggior agilità frequenza e tumulto i fiocchi di neve e i grani di grandine, se ve ne hanno framezzo, picciolo essendo il volume d'aria, che ciascun di essi dee smovere. Imperocchè ecco ciò che ritarda il moto di andare e venire, sia di detti brani, sia di altre nuvole interposte, e soprattutto l'accostamento di uno strato intiero verso l'altro, quando pure tali moti hanno luogo, ed esse nuvole o strati non sono ritenuti da altre forze: egli è il loro gran volume, e quello dell'ampio strato d'aria intermedio, che resiste al suo spostamento, e fa che tali nubi estese non possano avanzarsi l'una verso l'altra, che con lentezza più o meno grande.

Ma senza tutte queste considerazioni, il ritardo alla riunione delle nuvole contrariamente elettrizzate è un fatto di cui non si può dubitare, allorchè si osservano i cambiamenti dei segni elettrici dal *positivo* al *negativo*, e *viceversa*, più volte per tutto il tempo che dura quel tal temporale, cambiamenti che abbiam già fatti osservare:

Digitized by Google

il che certamente non avrebbe luogo se le nuvole elettriche *in più* raggiungessero tosto quelle elettriche *in meno*, verso le quali tendono, e si riunissero in una sola massa. Questo ritardo è qualche volta così grande, che una tal riunione non ha luogo neppure a capo di molte ore, duranti le quali l'elettricità, o si dissipa altrimenti, o passa sibbene dall'uno strato nuvoloso all'altro, non però tutta ad un tratto, ma una porzione per volta, in virtù di scariche, sia romorose e sensibili, sia insensibili, per mezzo singolarmente dei corpi interposti che non cessano di andare e venire, e se non altro per mezzo de' sparsi vapori. Altre volte per lo contrario essa riunione si fa tosto o in pochi momenti, ajutata da un vento o da altra circostanza favorevole. Tosto o tardi che succeda, le nuvole aggiugnendosi l'una all'altra, e compenetrandosi in qualche maniera, e quindi le elettricità contrarie distruggendosi vicendevolmente, ne siegue d'ordinario un forte rovescio di pioggia, e la grandine, se ve n'era colassù, abbandonata tutt'ad un tratto al suo proprio peso, si precipita sulla terra.

Un'altra obbiezione potrebbe per avventura cavarsi da queste medesime osservazioni, che ho allegate in favore della mia ipotesi; le quali ci mostrano i nostri conduttori atmosferici in occasione di temporale, sia esso grandinoso o nò, elettrizzati ora *positivamente* ora *negativamente*: giacchè sembra che dovrebbero esserlo sempre *negativamente* nei grandinosi, s'egli è pur vero, che in cotesti temporali lo strato nuvoloso inferiore, quello cioè che trovasi più vicino alla terra, ha acquistato appunto un elettricità *per difetto* dopo la perdita dell'originaria *per eccesso*, a forma di evaporazione, come vuole tal mia ipotesi, e come ho spiegato ed ho cercato di provare con ogni maniera di argomenti. La sperienza, dirassi, è poco d'accordo con siffatta ipotesi; giacchè molte volte detto strato inferiore dà segni di elettricità *in più*, in vece di darli *in meno*. Ed io rispondo che anzi l'esperienza è favorevole; attesochè effettivamente l'elettricità *negativa* o *in meno*, è quella che domina comunemente, o che domina di più, in mezzo ai cambiamenti accidentali, ne' gran temporali, come i primi osservatori attenti dell'elettricità atmosferica lo aveano di già notato, e noi lo troviamo confermato ne' nostri giornali meteorologici.

Che se non di rado si mostra anche l'elettricità *positiva*, quand'anche si mostrasse tanto sovente quanto la *negativa*, il che non è;

Digitized by Google

io posso sempre dire che altre cause han portato questo accidente, delle cause che non sono già immaginarie o gratuite, ma reali e provate, di cui noi conosciamo l'efficacia, e che sono giustamente capaci di produrre il cangiamento di cui si tratta. Io ho principalmente in vista l'azione delle *atmosfere elettriche*. Facciasi dunque che lo strato nuvoloso superiore elettrico fortemente *in più* discenda verso lo strato inferiore elettrico, giusta la mia ipotesi, *in meno*, ma più debolmente; o che questo ascenda verso quello; che s'accostino in somma più o meno: questo accostamento potrà esser tale, che la debole elettricità del nuvolo inferiore, venendo intieramente contrabbilanciata, cada del tutto; sarà allora uno di quei casi, che non sono già estremamente rari, in cui, in mezzo al forte di un temporale, si osserva come una sospensione di segni elettrici nel conduttore atmosferico, e l'elettrometro marca zero: potrà esser tale, che i segni di elettricità *in meno* vengano soltanto indeboliti, poco o molto: il che succede più spesso: e tale finalmente da farvi comparire quelli di un elettricità *in più*, *accidentale*, o come si dice *di pressione*; il che pure accade non di rado. Tutto questo lo abbiamo spiegato più ampiamente al principio di questa sezione e messo sott'occhio col paragone ancora di analoghe sperienze fatte coll'elettricità artificiale, coll'esempio cioè de' due piattelli elettrizzati, quel vicino od annesso all'elettrometro *in meno*, l'altro superiore portato a diverse distanze *in più* ad un grado più forte: e i cambiamenti e passaggi, spesso sì frequenti in certi temporali, dall'una all'altra elettricità opposta, imitati così bene con tali esperienze dei piattelli, ci hanno servito di prova dimostrativa dell'esistenza in sì fatti temporali di due strati o ammassi di nuvole contrariamente elettrizzati. Riguardo però all'essere piuttosto l'inferiore che il superiore elettrico *in meno*, convengo che nulla potrebbe inferirsi nè da queste sperienze nè da quelle osservazioni. Ma le ragioni, e, posso dire, le prove altronde dedotte per istabilire che sia proprio l'inferiore strato quello, in cui ha preso luogo l'elettricità *negativa*, son tali e tante (raccolte nelle altre due sezioni di questa memoria, e sviluppate già in gran parte nell'ottava mia lettera sulla *Meteorologia elettrica*) che pare non se ne possa dubitare; e un indizio ne abbiamo ancora da ciò, che, come testè dicemmo, in mezzo ai varj cambiamenti che accadono duranti i grossi temporali, i nostri conduttori atmosferici soglion darci più segni di cotesta elettricità *negativa*, che della *positiva*.

Digitized by Google

Non è dunque un obiezione che valga contro l'elettricità *per difetto* delle nuvole inferiori, l'osservarsi talvolta, ed anche non di rado, segni di quella *per eccesso*; all'incontro n'è una conferma il vedere che si abbiano più spesso o più lungamente i segni appunto di essa elettricità *per difetto*. Altronde è troppo facile il render ragione dell'elettricità *di eccesso* soltanto *accidentale*, ossia *di pressione*, che vi appare: è facile, dico, renderne ragione, supponendo che vi sian giusto i due strati nuvolosi, quali li abbiamo considerati, nè più nè meno; i quali ondeggiando in certo modo, or s'accostino fra di loro, or s'allontanino, come pure si è da noi spiegato. Ma non può egli darsi ancora, che sotto lo strato che era il più vicino a terra, e che per la grande e rapida evaporazione sofferta è passato all'elettricità *in meno*, si formin altre nuvole? Queste essendo allora, siccome di nuova formazione, elettriche *in più*, affetteranno parimente *in più* il conduttore atmosferico, salvochè siano contrabbilanciate o vinte dall'elettricità contraria dello strato che sta lor sopra. Di più egli non è impossibile, è anzi probabile, come accennato abbiamo fin dal principio di questa dissertazione, che in alcuni temporali vi siano più di due e di tre ampj strati, e in oltre altre nuvole sparse da molti lati, parti isolate e nuotanti, parte aggruppate ec. dotate esse pure di elettricità contrarie; e allora non può che succedere frequentemente, in mezzo ai combattimenti di queste nuvole, ai loro movimenti cagionati dalle attrazioni e repulsioni elettriche, dai venti ec., che ora l'elettricità di una, or quella dell'altra, mercè singolarmente l'azione delle rispettive atmosfere, diventi prevalente sopra le nostre teste o sopra la colonna d'aria, nella quale trovasi inalzato il conduttore Frankliniano. Per tal maniera s'intende anche più facilmente, che nella supposizione di due strati soli, come nel forte del temporale, allorchè il combattimento delle nubi e de' venti è più fiero, i movimenti di quelle più tumultuosi, i lampi frequenti, e le scariche fulminee fra le nubi medesime moltiplicate, si osservino in questo conduttore, e meglio nell'elettroscopio atmosferico portatile, dei passaggi e ritorni così frequenti e quasi istantanei di una specie di elettricità all'altra: ciò che non succede, almeno con tanta rapidità, sul principio ed alla fine di questi medesimi temporali, nè durante il corso di quelli che sono meno strepitosi e men complicati, nei quali l'elettricità dominante, vuo' dire quella che si fa sentire al conduttore atmosferico, è per lo più l'elettricità *negativa*, come ho fatto osservare.

Digitized by Google

Ammettendo cotai temporali formati, come appare che ve ne siano realmente, di più strati od ammassi di nuvole variamente elettrizzati; sopra, sotto, e ai lati, e di altri gruppi ancora quà e là sparsi, può sembrare ch'io m'allontani troppo dalla primiera supposizione, di uno strato cioè inferiore elettrico *in meno* e di un superiore elettrico *in più*, paralleli all'orizzonte e fra loro; fra i quali danzino e saltellino lunga pezza cacciati e ricacciati con impeto i grani di grandine, come veggiam saltellare le pallottole di sambuco fra due piatti nelle sperienze nostre di gabinetto. Debbo dunque dichiarare ch'io ho formata tal supposizione e presentata tal immagine, e me ne sono valuto, come della più semplice, a far intendere la mia teoria: la quale vuole sibbene per la formazione e ingrossamento della grandine le due contrarie elettricità in due strati nuvolosi distinti, e l'indicata danza, prima di semplici fiocchi di neve, indi dei medesimi cresciuti per successive incrostazioni di ghiaccio a' veri grani di grandine mano mano più grossi; ma non esclude altri strati ed altre nuvole in qualsisia numero, posizione, e forma: nè esige di necessità il supposto esatto parallelismo dei due strati; giacchè possono benissimo essere mandati e rimandati i grani suddetti, piccoli o grossi, e mantenersi lungamente in ballo tra due strati inclinati all'orizzonte e fra loro, siccome pure possono sostenersi librati in aria entro al recinto di molte nubi diverse e diversamente collocate, oscillar, saltellare; possono lanciati sù, giù, di quà, di là da un corpo di nuvole all'altro, intrecciar varie danze, per più o men lungo tempo.

Checchè ne sia di tali temporali così complicati, supponendoli anche più frequenti di quel che sono, penso che non sien rari quelli che ho presi per esempio, e posti come per tipo, cioè di due strati presso a poco paralleli, separati da giusto intervallo, ed elettrizzati contrariamente l'inferiore *per difetto*, il superiore *per eccesso*: di due soli strati, dico contando per nulla qualche straccio di nube interposto, qualche piccol nuvolo al di fuori, ed anche qualche gruppo lontano.

Mi si domanderà forse s'io riguardi la disposizione delle nubi in due o più strati separati, e l'elettricità contraria, fra due almeno, come condizioni essenziali alla costituzione di un temporale. A questa domanda rispondo tosto, che io non pretendo ciò; che credo anzi possibilissimo, che come se ne compongono anche di più di due strati, conforme or dicevamo, così pure se ne formino di un solo

Digitized by Google

ammasso nuvoloso unito e dotato tutto di un'elettricità omologa, purchè sia questa assai forte; ma che siffatti temporali, fuori di qualche lampo e tuono, senza dei quali non sarebbero neppur chiamati temporali, offrir non potrebbero quel gran numero di accidenti variati, che si osservano d'ordinario nelle vere tempeste: che la loro elettricità si mostrerebbe costantemente di una sola specie, cioè a dire o *positiva* o *negativa* dal principio alla fine, variando soltanto nell'intensità; ciò che non succede quasi mai ne' gran temporali: che potrebbero bene aver luogo delle scariche fulminanti fra una tal massa di nuvole temporalesche unite e la terra, in una parola, dei veri fulmini; ma non que' scoppi di tuono frequenti e ripetuti, quei sentieri o strisce di luce vivissima, e a zigzag, quasi ad ogni momento, effetti delle nuvole che si bersagliano e fulminano tra di loro: che tutt'al più comparirebbero colassù de' lampi e dei trascorrimenti di luce da un capo all'altro dell'unico telone nuvoloso, in occasione e al momento di una forte scarica contro la terra (in quella guisa che ne compaiono sopra una lunga e larga tavola cosparsa e come seminata di sottili e rare limature metalliche, od anche di minute goccie d'acqua, allorchè un torrente di fluido elettrico attraversa questi conduttori imperfetti, o sia interrotti da piccoli interstizj) che finalmente codesti temporali semplici ed uniti, ne' quali, o non vi fosse separazione di nuvole in differenti strati o gruppi, od essendovi non s'incontrasse contrarietà di elettricità fra essi, non potrebbero produrre una grandine a grossi grani, o molto difficilmente: difficilmente, dico, una grandine molto grossa; giacchè per una piccola o mezzana, per il *gresil*, e qualche cosa di più, può forse bastare quella repulsione e sospensione de' grani, che anche un sol telone nuvoloso fortemente elettrico è valevole a produrre; come sul principio ho voluto supporre, prima cioè di entrar a parlare dei due strati contrariamente elettrici. Ecco ciò che io penso riguardo ai temporali in generale e sull'articolo della grandine in particolare, che è il principal soggetto di questa memoria.

Si domanderà ancora perchè non succedano quasi mai temporali d'inverno, almeno nelle nostre regioni; di quei temporali, vuol dirsi, che sono accompagnati da grandi tuoni e da frequenti lampi e saette, segni manifesti di una quantità e forza stupenda di elettricità messa in giuoco in una maniera straordinaria: manco poi ne succedano con grandine massiccia e pesante. Al che è facile di ri-

Digitized by Google

spondere, che nè questo giuoco nè questa prodigiosa accumulazione di elettricità possono aver luogo, o molto difficilmente, in tale stagione; e ciò in conseguenza di molte circostanze sfavorevoli, che sono le seguenti.

1.° La quantità dell'evaporazione giornaliera, intendo dei vapori elastici che si sollevano da terra e portano il fluido elettrico ch'essi si sono appropriato nella regione delle nubi, è molto minore nell'inverno che nelle altre stagioni; onde le nuvole medesime non riescono allora nè così grosse, nè così dense, nè in conseguenza così elettriche come que' nuvoloni scuri in primavera e in estate, che diventano temporaleschi.

2.° Questa medesima regione trovandosi più bassa d'inverno, le nubi vengono più facilmente spogliate di quella qualunque elettricità di cui trovinsi provvedute, dai conduttori terrestri, dalle montagne, dagli alberi ec., che attraggon quelle e smungon questa.

Aggiungasi per 3.°, che una tale sottrazione di elettricità è facilitata e promossa dall'interposizione di un'aria comunemente più umida in quella stagione, dalle nebbie, che giungon sovente fino a terra, e dalle pioggie frequenti.

4.° La durata delle notti, tempo nel quale in tutte le stagioni il fluido elettrico viene ricondotto e restituito alla terra, mercè appunto dell'umido notturno e particolarmente delle rugiade, essendo molto lunga nell'inverno, contribuisce pur molto al ristabilimento dell'equilibrio di elettricità fra l'aria più o men alta, e la terra; di maniera che non si accumula essa elettricità nella region delle nubi un giorno dietro l'altro, e per molti di seguito, come succede spesso in primavera ed in estate.

5.° Nel breve corso di ciaschedun giorno invernale i deboli obliqui raggi del sole non producono in così grande abbondanza quell'evaporazione secondaria, cioè della parte superiore delle nuvole, ch'essi percuotono: evaporazione che ha tanta parte, e giuoca così bene, secondo me, nella formazione de' temporali, e particolarmente della grandine.

6.° Finalmente quel poco ancora di vapori elastici che si producono in tal modo, non si sollevano molto, obbligati dal freddo e dall'aria umida anche sopra a condensarsi di nuovo abbandonata appena la nuvola onde son sorti, se non anche prima di abbandonarla del tutto; ciò che li porta a riunirvisi; cosicchè è difficile che si for-

Digitized by Google

mino d'inverno i due strati di nubi da me voluti, collocati cioè a giusto intervallo, ed elettrizzati contrariamente l'uno all'altro, difficile che si formino varj ammassi o gruppi separati, ed elettrizzati pure diversamente. Non si vede in fatti d'ordinario in quella stagione, quando il Cielo è coperto, che un sol telone o strato nuvoloso unito, più o meno esteso: e quando è in parte coperto, in parte sereno, ciascuna nuvola appare semplice, di un sol volume cioè o strato, non sormontata da altro strato disgiunto, a foggia di quelle che osserviamo d'estate, ne' temporali, o già formati, o che vanno a formarsi. Tali nuvole poi semplici, che regnano d'inverno, appunto perchè semplici, soglion dare segni costanti, avvegnacchè deboli, di elettricità *in più*, che è l'elettricità originaria delle nubi egualmente che delle nebbie, l'elettricità che risulta immediatamente dalla condensazione dei vapori, come sappiamo.

Non voglio dissimulare che si presentano anche d'inverno, sebben di rado, alcuni nuvoli più scuri, e più fortemente elettrici, fra i quali ve ne ha talvolta che lo sono *in meno*. Son questi d'ordinario nuvoli che vanno a portarci della neve, nuvoli che hanno qualche cosa di un aspetto temporalesco. Nondimeno, come la loro elettricità non è ancora abbastanza potente per sostenere in aria i fiocchi di neve, e come poi manca quell'altro strato superiore di nubi separato da un giusto intervallo, ed elettrizzato in senso contrario, capace di attrarre e repellere alternativamente per un tempo abbastanza lungo questi fiocchi, di ballottarli, di far loro fare la descritta danza (*danse des pantins*), ecco che cadono essi quali sono al momento di lor formazione, o poco dopo, senza aver potuto rivestirsi di lamine d'acqua congelata, e formare con ciò dei grani di grandine; tutt'al più giungono, e ciò solamente allorchè l'ammasso di nuvoli ha un poco più l'aria temporalesca, a convertirsi in quella specie di granellini gelati (*grésil*), che è media fra la neve e la grandine: fenomeno che, rarissimo esso pure d'inverno, accade più sovente in primavera ed in autunno, come è facile comprendere da ciò, che or ora si è detto.

Ecco come si può render ragione del comparir così di rado temporali nell'inverno, e del non cadere mai, o quasi mai una vera grandine in tale stagione; quantunque cada tanta neve, che è per se stessa sì vicina, e, diciamo pure, parente della grandine medesima, tanto per la sua origine quanto per la sua costituzione; che è in somma

Digitized by Google

il suo primo rudimento e la sua base. Ma d'onde viene, si potrebbe ancora domandare, che se cade rare volte anche in mezzo ai più forti temporali nelle altre stagioni: e che non ne cade mai o quasi mai in molti paesi? Parrebbe in fatti, non considerando che superficialmente le spiegazioni che io ho date della formazione e della ritardata caduta della grandine, per cui ha luogo il suo ingrossamento, che un gran numero di temporali, anzi la maggior parte, dovessero portarcene in quantità, e di una grossezza più o meno grande: ciò che per fortuna non accade, essendo anzi rari i casi funesti.

Ma convien riflettere meglio, e richiamarsi quante circostanze sono richieste perciò; le quali difficilmente possono incontrarsi tutte ad un tempo, come abbiamo già fatto osservare: circostanze che non sono già richieste per tutti i temporali (bastando un sol nuvolo denso e ridondante di elettricità a segno di dar qualche tuono o lampo, per costituire un piccolo temporale; ed uno, o più gruppi, od un più ampio ammasso di tali nuvoli collocati e disposti in qualsisia modo, animati però di un'elettricità strepitante, per que' temporali più grandi ed estesi che recano maggiore spavento), ma che si ricercano, secondo me, perchè nel temporale vada formandosi ed ingrossando la grandine. Primieramente adunque vi bisogna un'evaporazione abbondantissima e rapidissima di un primo strato di nuvole assai denso, una evaporazione tale, che da una parte basti non solamente a distruggere l'elettricità originaria *in più* di questo strato, ma a portarlo fin anche ad un grado assai forte di elettricità *in meno*; e dall'altra parte giunga a raffreddarlo potentemente ad un grado, che appena possiam concepire, fino cioè a congelare una quantità considerabile delle sue vescichette, ed a formarne dei fiocchi di neve freddissimi, vale a dire, molto al di sotto del termine semplice del ghiaccio; come ho fatto opportunamente rimarcare, insistendo anzi molto su tal punto. In secondo luogo debbe aver luogo, ed effettuarsi una nuova condensazione dei vapori, che si sono innalzati in forma elastica dal detto primo strato nuvoloso, in guisa che se ne formi un secondo superiore dotato di una forte elettricità contraria, cioè *in meno*. Per terzo questi due strati contrariamente elettrici debbono trovarsi da principio ad una distanza che non sia nè troppo grande nè troppo piccola; e, ciò che è più difficile ancora, mantenersi lungo tempo ad un tal intervallo giusto, malgrado la

Digitized by Google

mutua attrazione che tende ad approssimarli, ed a ricondurne l'equilibrio di elettricità colla loro riunione mediata od immediata. Finalmente debbono conservare le loro respettive elettricità, non perderle troppo presto, od in gran parte, sia con delle scariche immediate dell'uno contro l'altro, sia per mezzo di altri nuvolotti, brani di nuvole, che vanno e vengono da uno strato all'altro, o s'infilano facilmente in modo di stabilire una catena di comunicazione fra essi strati: giacchè se le loro elettricità opposte non si mantengono in forza per assai lungo tempo, i fiocchi di neve prima, poi i grani di grandine sbozzati non potranno continuare la loro danza fra i detti due strati (danza che deve forse durare per delle ore, a fine di dar luogo alla loro formazione compita, al loro ingrossamento per via d'incrostazioni successive); essi non potranno neppure essere sostenuti, e cadranno sol mezzo formati; sovente non caderanno neppure in questo stato fino a terra; ma bene fusi in grosse goccie: quale ci giunge sovente la prima pioggia in goccioloni rari e molto elettrici, da certi temporali minacciosi, ma passeggieri.

Così è: queste grosse goccie isolate voglionsi riguardare, in molti casi almeno, come altrettanti piccoli grani di grandine liquefatti durante la loro caduta attraverso l'aria calda, che si trova fra la terra e lo strato nuvoloso inferiore. Ed ecco perchè non cade giammai quella piccola grandine imperfetta, che ha nome presso noi di *neve gelata* (*gresil*) in estate ne' climi caldi, come il nostro: giacchè ne' climi più freddi questa minuta gragnuola è frequente, anche in estate, potendo attraversar l'aria senza fondersi. Da noi al contrario in tempo dei forti calori non vi sono che i grani di grandine di una certa grossezza e consistenza, che possano giungere fino a terra, senza venire intieramente squagliati.

Ciò che ho detto quì de' piccioli grani di grandine, si applica così facilmente ai semplici fiocchi di neve, che non ho bisogno di trattenermi per rispondere in particolare a quest'altra questione che è l'inversa della precedente, in cui si cercava perchè non cada grandine da noi in tempo d'inverno. E perchè dunque non cade egli mai neve in estate, quando pur è manifesto che se ne forma, singolarmente in certe nubi temporalesche, e che fiocchi di neve come tante volte si è detto, sono gli embrioni della grandine, ciascun grano di essa presentandoci un nucleo nevoso? La risposta è la medesima della sopra recata: il calore dell'aria nella bassa re-

Digitized by Google

gione, che può fondere e fonde sovente i piccoli grani di grandine, non può mancar di squagliare molto più facilmente i semplici fiocchi di neve, quando avvien che cadono prima di essersi intonacati di una lamina solida di ghiaccio abbastanza grossa; non è che in quest'ultimo caso, in cui abbian preso una consistenza e grossezza considerabile, che possono sostenersi contro il calore degli strati d'aria più bassi, in guisa di arrivare fino a terra tuttora agghiacciati.

Questo scioglimento dei fiocchi di neve, ed anche dei grani di grandine più o men piccoli in goccie d'acqua cadendo, che si capisce così bene, è spesso visibile in tempo pur d'estate, allorchè durante una pioggia temporalesca che bagna la pianura e le falde di un monte ne osserviamo le sommità e il dorso, che s'imbiancano a vista d'occhio, coprendosi sia di grandine, sia di neve, mentre al basso non giunge che mera acqua.

Rimarrebbero ancora alcune altre questioni, e molte ulteriori osservazioni mie intorno ai temporali; ma siccome non riguardano la grandine, che è il soggetto della presente dissertazione, divenuta già troppo lunga, così le rimetto ad altra occasione. Spiegherò allora come si producano talvolta de' temporali, anche fieri, con lampi e tuoni orrendi, in seguito di forti pioggie e sì continuate per giorni intieri; quando parrebbe ch'esse avessere dovuto ricondurre l'equilibrio di elettricità fra le nubi e la terra, anzichè romperlo. Più poi mi tratterrò intorno ad un certo periodo, che affettano i temporali, se non da per tutto, in questi nostri paesi montuosi: intorno, voglio dire, a quella tendenza che hanno a riprodursi di nuovo e comparire molti giorni di seguito, verso la stessa ora, e, ciò che è più rimarcabile, presso a poco in quell'istesso tratto di cielo, che già occuparono. Mi farò quindi a cercare d'onde proceda quel vento freddo, e (cosa mirabile) secchissimo, che suol succedere ad alcuni temporali molto dirotti, e che hanno maggiormente sfogato in pioggia e in grandine.

Digitized by Google

SECONDA PARTE.

MONOGRAFIE ORIGINALI

SU CIASCUNO DEI VOLUMI

DELLA EDIZIONE NAZIONALE

COMPILATE DAL

PROF. FRANCESCO MASSARDI

NB. – Si pubblicano le prime Cinque Monografie sui primi cinque Volumi dell'Edizione Nazionale essendo ancora in corso di preparazione il sesto ed ultimo Volume, alla data della pubblicazione del presente. — Esso però non conterrà argomenti elettrotecnici.

Digitized by Google

Digitized by Google

1ª MONOGRAFIA

SUL

VOLUME PRIMO DELL'EDIZIONE NAZIONALE

Il periodo che va dalla scoperta del condensatore (1782) agli inizi della questione galvanica (1792), abbraccia la Elettrometria e la Meteorologia elettrica propriamente detta: esso rappresenta per il Volta una fase di raccoglimento, di preparazione sperimentale nella quale va incessantemente assoggettando i fenomeni elettrici a procedimenti di misure, con istrumenti da lui stesso fabbricati, e resi sempre più delicati e comparabili fra di loro; in pari tempo egli va rielaborando le sue idee fondamentali sull'azione dello strofinio, considerato come causa di modificazione delle forze mutue fra i corpi strofinati. Così nel 1792 i fenomeni galvanici vennero a presentarglisi quando da parte sua la maturazione delle idee ed il possesso delle finezze sperimentali erano un fatto compiuto. Questo ci spiega come, dopo le prime esperienze, il Volta, sviluppando idee e concetti che prematuramente e timidamente gli si erano qua e là affacciati, intuì chiaramente nel contatto (considerato come caso limite dello strofinio) la causa dei nuovi fenomeni.

Il Galvani in una sua dissertazione (pubblicata nel 1791, ma che non venne conosciuta che nella primavera del 1792), aveva fatto oggetto di studio le convulsioni che si eccitano nei membri recisi e convenientemente preparati, di qualsivoglia animale (e singolarmente delle rane), specialmente quando i conduttori metallici sieno disposti in modo da formare un arco di comunicazione fra parti diverse, ed in particolare fra nervo e muscolo.

Il Galvani attribuiva questi fenomeni ad una elettricità risiedente negli organi animali, e perciò chiamava questa elettricità col nome di elettricità animale.

Lo studio di questi fenomeni che nel campo scientifico dovevano formare per tanti anni oggetto di un'alta e nobilissima discussione, s'impose subito all'acuta mente del Volta.

Lo svolgimento del pensiero scientifico del Volta, dall'inizio della questione galvanica (1792) all'invenzione della pila (fine 1799), passa attraverso a tre cicli ben distinti.

Digitized by Google

CICLO PRIMO

Il primo ciclo va dall'accettazione da parte del Volta delle idee del Galvani (Aprile 1792), fino ad una particolare valorizzazione della teoria del contatto, per cui la sede della forza elettromotrice viene localizzata nel contatto fra metalli e corpi umidi.

Il n. I e il n. II del vol. I contengono, il primo una lettera del Volta al Baronio (3 Aprile 1792), ed il secondo la *Memoria sull'Elettricità animale*.

In questi due lavori il Volta tesse l'elogio del Galvani, alle cui idee aderisce ammettendo le seguenti due proposizioni (con qualche riserva nei riguardi della seconda).

a) *La causa delle contrazioni che si osservano negli animali, preparati e trattati alla maniera del Galvani, è l'elettricità animale.*

b) *Il corpo dell'animale si comporta in questi fenomeni come una bottiglia di Leida debolmente carica, che scaricandosi sospinge il fluido elettrico ad investire nervo e muscolo.*

Mentre il Galvani, nei riguardi della proposizione (b), ammetteva che il muscolo funzionasse da armatura negativa ed il nervo da armatura positiva, il Volta in base a delicate esperienze elettrometriche da lui compiute in proposito, è condotto ad affermare che, nel caso in cui si dovesse accettare la proposizione (b), il nervo sarebbe l'armatura elettrizzata per difetto, ed il muscolo quella elettrizzata per eccesso.

La seconda parte del n. II contiene una esposizione delle ricerche quantitative da lui fatte per determinare l'intensità della minima carica richiesta per ottenere delle convulsioni in una rana convenientemente preparata: in proposito pone in evidenza un fatto nuovo, facendo osservare come si richieda una carica più debole quando il corso del fluido elettrico venga diretto dal nervo al muscolo, anzichè in direzione contraria.

Non manca poi il Volta di porre in luce l'uso e l'efficacia delle armature bimetalliche ad ottenere contrazioni nei corpi delle rane. Anzi in un manoscritto pubblicato in appendice al n. II, il Volta affaccia il dubbio che la causa dello sbilancio elettrico debba ricercarsi nel contatto fra le armature ed il corpo dell'animale. Chiude la memoria esponendo le sue idee sul moto lento del fluido elettrico attraverso il corpo degli animali, e sulla natura delle cause che lo possono sconcertare.

Il n. III contiene la *Memoria seconda sull'Elettricità animale* (14 Maggio 1792), che segue alla precedente Memoria Prima, alla distanza di soli 10 giorni.

In questa Memoria seconda, il Volta procede ad una esposizione ampia e particolareggiata delle esperienze compiute sulle rane, delle

Digitized by Google

conseguenze alle quali conducono le dette esperienze e dei risultati elettrometrici riguardanti la determinazione della minima carica capace di destare contrazioni in rane convenientemente preparate, riconfermando i risultati esposti nella memoria precedente, per quanto riguarda la minor carica richiesta a far convellere le cosce di una rana, quando il fluido elettrico sia diretto dai nervi ai muscoli anzichè in senso contrario.

Dopo aver insistito sul fatto, che la rana convenientemente preparata è un elettrometro che vince in sensibilità tutti gli altri, ed essersi dato ragione di questo, si chiede se il fluido elettrico agisca immediatamente sui nervi o sui muscoli. Egli ritiene che agisca sui nervi, e lo prova snudando in una rana il nervo crurale, e chiudendo indi il circuito di una bottiglia di Leida su due punti vicinissimi del detto nervo, ciò che basta per determinare delle contrazioni negli arti della rana stessa. In tal modo il Volta mentre continua ad ammettere la proposizione (a) precedentemente esposta, combatte la proposizione (b), sostituendovi la seguente:

c) Per indurre i muscoli a contrarsi non occorre che il fluido elettrico li investa, ma basta che ecciti i nervi, trascorrendo in questi sia pure per un breve tratto.

A scuotere un muscolo, il Volta ricorre pure ad armature metalliche dissimili, che applica in due punti vicinissimi del nervo inserviente a detto muscolo.

Questa proprietà delle armature dissimili, di sbilanciare il fluido elettrico, stupisce vivamente il Volta, ma come egli dice, *è un fatto che provasi con esperienze dirette*, e sul quale si ripromette di trattenersi altrove di proposito.

A confortare la proposizione (c), il Volta ricerca l'effetto sui nervi del gusto, dovuto al traflusso elettrico occasionato da due armature dissimili (argento e stagno), applicate convenientemente sulla lingua, e pone in relazione il sapore acido ed alcalino, che si ottiene nelle diverse condizioni di esperienza, colla direzione del fluido elettrico posto in moto.

Il n. IV è un'aggiunta alla *Memoria seconda*, e riguarda esperienze ed osservazioni sulle contrazioni presentate da porzioni di rane e di muscoli di rane, e sull'ufficio dei nervi in questi fenomeni.

Il n. V contiene appunti sperimentali (dal 20 Aprile al 5 Maggio 1792), accurati e metodici, riguardanti la durata dei vari stadi della presupposta superstite vitalità delle rane, in vari modi uccise.

Il n. VI contiene norme sulla preparazione delle rane, e considerazioni sulle esperienze che si possono fare in proposito.

Nel n. VII è pubblicata una lettera inedita all'Abate Tommaselli (Estate 1792), costituente la fase centrale del primo ciclo. In essa il Volta enuncia il principio del contatto in forma generale, affermando doversi stabilire per legge, che il semplice contatto di conduttori di diversa superficie e sopratutto di qualità diversa, basta

Digitized by Google

a sbilanciare l'equilibrio del fluido elettrico: nei fenomeni in esame applica poi questo principio in un senso più ristretto, localizzando la sede dello sbilancio elettrico, cioè della forza elettromotrice, nel contatto fra i metalli (che egli chiama motori) e qualsiasi altro conduttore, limitando in tal modo l'azione dell'elettricità animale ai soli casi in cui si hanno contrazioni coll'uso di armature monometalliche.

In ordine di data segue il n. VIII (A.B), indi il n. XII (A.B); questi due numeri sono due gruppi di lettere scritte rispettivamente al Van Marum (30 Agosto - 11 Ottobre 1792), ed al Cavallo (13 Settembre - 25 Ottobre 1792).

In queste lettere il Volta descrive ed illustra le esperienze e le considerazioni svolte nella *Memoria seconda* (pubblicata nel n. III), enuncia il principio del contatto localizzando la sede della forza elettromotrice nel contatto fra i metalli e gli altri corpi sufficientemente buoni conduttori, quali sono per esempio le parti del corpo degli animali. L'attrito necessario ad avere lo sbilancio elettrico, nel caso in cui ai corpi sufficientemente buoni conduttori siano sostituiti gli idioelettrici, viene dal Volta considerato come un contatto più intimo, ed il contatto alla sua volta come il caso limite dell'attrito.

Nelle lettere al Van Marum, sono interessanti le idee esposte sul potere dell'anima a smuovere il fluido elettrico nei nervi, in base alle quali, non è esclusa ogni elettricità animale, solo essa è posta al servizio della volontà. Oltremodo interessante è pure la descrizione delle varie esperienze compiute sulla lingua con armature metalliche, ed infine la descrizione di dispositivi realizzanti un primitivo elemento voltiano nella sua duplice forma.

I n. IX, X, XI (dal Novembre 1792 alla fine dello stesso anno) contengono memorie ed osservazioni, nelle quali il Volta va formulando dubbi ognor più crescenti, per quanto riguarda l'elettricità animale considerata come causa delle contrazioni che si ottengono in rane convenientemente preparate e trattate con armature monometalliche: a spiegare le contrazioni che ancora si presentano in tali casi, il Volta invoca le inevitabili inomogeneità fra gli estremi dell'arco monometallico, dovute a circostanze accidentali (tempera, durezza, impurità ecc.).

Il n. XII (C) (1793) è il seguito delle lettere al Cavallo in cui il Volta, distinti i conduttori in due classi, classe dei metalli (o motori), e classe dei conduttori umidi, discute sulle seguenti ipotesi riguardanti la sede della forza elettromotrice.

1° *La sede della forza elettromotrice sta nel contatto mutuo fra metalli.*

2° *La sede della forza elettromotrice sta nel contatto fra metalli e conduttori umidi.*

Fra queste due ipotesi il Volta preferisce ancora la seconda.

Digitized by Google

Chiudono il ciclo primo il n. XIV (A) ed il n. XIV (B), i quali contengono due lettere scritte nel 1794 dal Volta all'Abate Anton Maria Vassalli: in queste lettere il Volta, dopo aver insistito sul principio del contatto, localizzando la sede della forza elettromotrice nel contatto fra metalli (detti anche conduttori di prima classe, o motori) e conduttori umidi (o conduttori di seconda classe), afferma senza riserve, che le contrazioni presentate dalle rane, quando sulle parti di queste si chiuda il circuito con un arco monometallico, sono dovute alle inevitabili inomogeneità delle estremità dell'arco stesso (quali per esempio tempera, levigatezza, ecc.), e conclude che nei fenomeni galvanici gli organi degli animali devono considerarsi come puramente passivi, e precisamente e solamente come elettroscopi di meravigliosa sensibilità.

CICLO SECONDO

Il ciclo secondo è un ciclo di transizione, che va dal 1795 al 1796.

Di fronte alle esperienze del Valli (che aveva mostrato come si potevano ottenere contrazioni di rane anche senza l'uso di armature metalliche) il Volta, richiamandosi a quanto espose nella lettera al Tommaselli (n. VII) rettifica le sue posizioni, e con una prima generalizzazione del principio del contatto localizza la sede della forza elettromotrice:

1° *nel contatto fra conduttori metallici* (*o di prima classe*) *e conduttori umidi* (*o di seconda classe*);

2° *nel contatto fra conduttori umidi, diversi fra loro, ritenendo quasi nulla l'azione del contatto fra conduttori metallici diversi.*

In ordine di data questo ciclo si apre con una lettera a Sir Banks n. XIII (30 Marzo 1795), alla quale seguono le lettere ad Orazio Delfico n. XV (1795), al Vassalli n. XIV (C. D. E.) (1795), al Mocchetti n. XVI (A. B.) (1795), ed infine una lettera al Vassalli n. XVII (1796).

Nel n. XIII è pubblicata la lettera inviata a Sir Banks (presidente della Società Reale di Londra), in data 30 Marzo 1795. In questa lettera il Volta nota la differenza del comportamento rispetto allo stimolo elettrico dei muscoli volontari ed involontari: per quanto riguarda le convulsioni che si ottengono in una rana convenientemente preparata, chiudendo il circuito sulle sue parti con un arco monometallico, il Volta fa osservare come basti una lieve differenza di tempera, di levigatezza, od anche di temperatura alle estremità dell'arco per rendere diverse tali estremità, e quindi capaci di sbilanciare diversamente il fluido elettrico. Per quanto riguarda le contrazioni che si ottengono senza intervento di metalli, cioè portando

Digitized by Google

direttamente la zampa della rana a contatto col nervo crurale snudato, il Volta, richiamando quanto aveva esposto nella sua lettera al Tommaselli (n. VII, 1792), fa osservare come basta estendere il principio del contatto, coll'ammettere che il fluido elettrico si sbilanci anche nel contatto fra conduttori umidi diversi, perchè i nuovi fenomeni ricevano una spiegazione conforme alle sue idee, senza bisogno di ricorrere all'elettricità animale: infine conclude affermando che nessuna esperienza prova l'esistenza di una scarica proveniente dalle parti dell'animale, ma che tutto è conseguenza dell'azione dei conduttori dissimili, posti a contatto.

Nel n. XIV (C), che appartiene a questo secondo ciclo, è pubblicata una lettera all'Abate Anton Maria Vassalli in data 27 Ottobre 1795, nella quale il Volta svolge ed illustra i concetti esposti nella lettera a Sir Banks pubblicata nel n. XIII. In una nota alla lettera al Vassalli è data una scala dei conduttori di prima classe, disposti a seconda del loro diverso potere di spingere il fluido elettrico nei conduttori umidi, cioè nei conduttori di seconda classe.

Il n. XIV (D) contiene una lettera al Vassalli, in data 20 Dicembre 1795, nella quale il Volta considera particolarmente l'effetto della riunione di tre conduttori dissimili di seconda classe, rappresentati, nel caso delle esperienze del Valli sulla rana scorticata, dalle seguenti tre parti:

1° parte tendinosa dura e liscia;

2° nervo molle o carne morbida, avente la superficie non perfettamente liscia;

3° umore glutinoso o salino frammezzato.

Chiudendo il circuito fra queste parti, la rana subisce delle contrazioni, le quali mancano affatto, quando manca una di quelle parti.

Dai risultati ottenuti mutando in vario modo le condizioni delle esperienze, il Volta deduce che con due conduttori diversi di seconda classe il fluido elettrico non viene posto in circolazione, ma che ne occorrono almeno tre, e conclude che per dimostrare l'esistenza dell'elettricità animale, sarebbe necessario riuscire ad eccitare contrazioni nelle rane con un circuito di conduttori non dissimili.

Il n. XIV (E) contiene un'altra lettera al Vassalli, in data autunno 1795, nella quale il Volta dimostra come si possano destare contrazioni nelle rane con un sol conduttore di prima classe, interposto fra due conduttori umidi di seconda classe, purchè questi sieno molto diversi fra loro.

Il n. XV contiene una lettera ad Orazio Delfico, in data 13 Aprile 1795, nella quale il Volta espone il principio del contatto, e le applicazioni all'eccitazione dei nervi del gusto, della vista, e dei nervi inservienti ai muscoli volontari ed involontari; chiude parlando delle sue idee sul modo col quale la volontà si serve del fluido elettrico per produrre le contrazioni nei muscoli volontari.

Digitized by Google

Il n. XVI (A) contiene una lettera al prof. Francesco Mocchetti, in data 5 Giugno 1795, in cui il Volta, dopo di aver accennato come egli abbia da anni prevenuto il Pfaff in merito agli studi sul potere elettromotore delle piriti, dà l'elenco della scala dei minerali secondo il loro potere elettromotore, indi passa alla esposizione di esperienze sull'eccitazione del sapore e delle contrazioni muscolari, servendosi di uno o più metalli, ed infine termina colla discussione dell'esperienza del Valli, analizzando e ponendo in luce le circostanze in cui questa si verifica.

Il n. XVI (B) contiene una lettera pure diretta al prof. Francesco Mocchetti, in data Agosto 1795, nella quale il Volta si propone di meglio illustrare quanto ha detto nella precedente lettera. In questa seconda lettera il Volta espone le sue idee sul modo in cui l'anima desta i moti nei muscoli volontari e, richiamate le esperienze sulle contrazioni delle rane, sulla eccitazione dei sensi del gusto e della vista, conclude che tutte queste esperienze dimostrano il principio del contatto, che egli illustra nelle sue applicazioni e successive generalizzazioni, delle quali sin da principio aveva intuita la portata. Localizza la sede della forza elettromotrice principalmente nel contatto fra due conduttori di prima e di seconda classe, ed in quello fra due conduttori di seconda classe, ritenendo quasi nulla l'azione del contatto fra due conduttori di prima classe. Dopo di aver parlato del contatto come caso limite dell'attrito, e di aver richiamato il principio dell'azione delle forze mutue a spiegare il conseguente sbilancio di fluido elettrico, considera i vari tipi di riunione di tre conduttori di prima e di seconda classe, e ne studia la diversa efficacia a porre il fluido elettrico in circolazione. Segue poi la descrizione di esperienze in vario modo eseguite, su rane convenientemente preparate.

Il n. XVII contiene una lettera diretta all'Abate Anton Maria Vassalli, in data 29 Gennaio 1796, nella quale il Volta descrive esperienze varie in cui, in condizioni particolari, si destano contrazioni in rane convenientemente preparate.

CICLO TERZO

Questo ciclo va dal 1796 al 1800: in questo ciclo il Volta generalizza completamente il principio del contatto, dimostrando che il potere elettromotore è:

piccolo nel contatto fra due conduttori di seconda classe;

mediocre nel contatto fra un conduttore di prima ed uno di seconda classe;

forte nel contatto fra due conduttori di prima classe,

Digitized by Google

È precisamente attraverso alla ricerca delle prove decisive della teoria del contatto così generalizzata, che il Volta è condotto all'invenzione della Pila. (fine 1799).

Appartengono a questo ciclo gli ultimi numeri del volume primo dal n. XVIII al n. XXII.

Il n. XVIII (A. B. C.) contiene un gruppo di lettere al Gren (dal 1796 al 1797), in cui il Volta generalizza nel modo suindicato il principio del contatto ed analizza i diversi tipi di combinazione di conduttori di prima e di seconda classe, concludendo che in una catena di tre conduttori il fluido elettrico è posto in circolazione quando si hanno:

1° due conduttori diversi di prima classe ed uno di seconda;
2° due conduttori diversi di seconda classe ed uno di prima;
3° tre conduttori diversi di seconda classe.

A provare le affermazioni fatte nei riguardi della sede della forza elettromotrice fra due conduttori di prima classe, il Volta descrive ed illustra le esperienze compiute prima col duplicatore di Nicholson ed indi col suo condensatore.

Il n. XVIII (D), che chiude questo gruppo di lettere, presenta tabelle, conteggi e risultati numerici sulla forza elettromotrice, con qualche appunto illustrativo.

Il n. XIX (A) contiene una Memoria del Volta sull'elettricità eccitata nel contatto dei conduttori fra di loro.

In questa memoria, che doveva far seguito alle lettere scritte al Van Marum nel 1792 (vedasi il n. VIII (A) ed il n. VIII (B)), il Volta richiamate le idee sul contatto e sullo strofinio che aveva esposto in queste lettere, spiega ed illustra le differenze di comportamento, nei vari casi, dei corpi conduttori e coibenti.

Dopo di aver mostrato come col duplicatore di Nicholson egli abbia potuto mettere in evidenza i segni delle cariche suscitate nel contatto fra conduttori metallici diversi, espone le sue conclusioni riguardanti la sede della forza elettromotrice, indi passa a considerazioni sulla coibenza dei metalli, ponendo questa coibenza in relazione alle tensioni minime necessarie a superarla. Infine, ritornando a considerazioni riguardanti il contatto e la resistenza, conclude che nel mutuo contatto dei metalli, il numero dei punti di contatto non influisce molto, mentre influisce assai nel contatto fra conduttori di prima e di seconda classe, e nel contatto fra conduttori di seconda classe.

Nel n. XIX (B) il Volta discute sull'applicazione del moltiplicatore di Nicholson e sulle cause che perturbano il regolare funzionamento di questo istrumento, notando, come, ciò malgrado, si possano ottenere dei risultati che permettano di rendere sensibili cariche di elettricità, troppo deboli per manifestarsi senza quel soccorso.

Il n. XX (A. B.) contiene due lettere all'Aldini intorno alla pretesa elettricità animale nelle esperienze del galvanismo. In queste

Digitized by Google

dissertazioni il Volta ritorna sulle esperienze e sulle considerazioni contenute nelle lettere al Gren (n. XVIII), riaffermando le conclusioni ivi esposte. In particolar modo nel N. XX (B), il Volta illustra i procedimenti seguiti allo scopo di rendere sensibile all'elettrometro l'accumulazione del fluido elettrico nello stagno a spese dell'argento postogli a contatto, ed infine termina coll'enunciare in tutta la sua generalità il principio del contatto.

Segue poi il n. XXI, che contiene una lettera del Volta al Brugnatelli (Ottobre 1798) sul potere della volontà di spostare il fluido elettrico nei nervi, e sulla contrazione che in conseguenza viene eccitata nei muscoli.

Il n. XXII, col quale il ciclo terzo si chiude, contiene la lettera, in data 20 Marzo 1800, inviata a Sir Banks (presidente della Società Reale di Londra), nella quale il Volta dà comunicazione di un nuovo apparato, alla cui invenzione egli è stato condotto dalle sue esperienze sull'elettricità eccitata dal contatto mutuo dei metalli di differenti specie: questo apparato ha, come egli dice, la proprietà di comportarsi come una batteria di grande capacità caricata ad una tensione, debole è vero, ma che si ristabilisce da sè stessa ad ogni successiva scarica. Descritto l'apparato nella sua duplice forma (a colonna, ed a corona di tazze), nota gli effetti fisiologici ai quali dà luogo, confrontando in particolare le scosse date dal suo apparato, con quelle che si ottengono dalla torpedine: indi espone ed illustra gli altri effetti fisiologici: irritazione degli organi del tatto, del gusto, della vista e dell'udito, e termina confrontando il nuovo apparato elettrico artificiale, coll'organo elettrico naturale della torpedine.

Digitized by Google

Digitized by Google

2ª MONOGRAFIA

SUL

VOLUME SECONDO DELL'EDIZIONE NAZIONALE

Si può dire che la materia pubblicata nel Volume Secondo mira a due scopi: 1° allo studio dei fenomeni che si possono ottenere colla pila; 2° alla trattazione filosofica generale, ed alla dimostrazione sperimentale della identità del fluido posto in moto da questo nuovo apparato, col fluido elettrico.

Rientrano nel primo ordine di studi, le numerose lettere e dissertazioni particolari nelle quali vengono saggiati, analizzati e discussi gli effetti elettrometrici, elettrochimici, elettrofisiologici della pila e le applicazioni che ne conseguono. Il complesso studio di questo gruppo di fenomeni fornisce il materiale per la trattazione successiva, concettualmente più importante, avente per iscopo di dimostrare l'identità del supposto fluido galvanico col fluido elettrico. Le due memorie fondamentali su questo argomento, n. XXVII e n. XXXV sono documenti di capitale importanza, dal punto di vista teorico e sperimentale, e l'ultimo di essi abbraccia, in una poderosa sintesi, si può dire tutta l'attività scientifica del Volta nel campo dell'elettromozione, e costituisce il di lui testamento scientifico.

I numeri XXIII, XXIV, XXV, XXVI (che sono i primi del volume II), formano l'anello di congiunzione fra la lettera che il Volta aveva scritto a Sir Banks (1800) dando comunicazione della invenzione del suo nuovo apparato elettromotore (n. XXII Vol. I), e la memoria letta a Parigi (1801) sull'identità del fluido elettrico col fluido galvanico (n. XXVII Vol. II): anzi a questa memoria tutti i precitati numeri accennano come ad un lavoro in preparazione.

Nel n. XXIII è pubblicata una lettera del Volta al Brugnatelli, in data autunno 1800. In questa lettera il Volta invece di inviare la richiesta descrizione del suo apparato, manda al Brugnatelli la copia di una lettera al Landriani, in data 17 agosto 1800, riguardante le esperienze eseguite dal Nicholson colla pila, sulla decomposizione dell'acqua e sulla calcinazione dei metalli.

In questa lettera al Landriani, il Volta trova mirabile il fenomeno della decomposizione dell'acqua, del quale aveva già avuto

Digitized by Google

notizia, e che non gli riesce però del tutto nuovo, perchè egli pure aveva osservato, nell'apparecchio a corona di tazze, la calcinazione lenta dello zinco. Espone considerazioni sulla portata delle esperienze compiute intorno a questi fenomeni, dicendo di aver ottenuto in proposito, nel corso delle ultime settimane, dei risultati che ritiene nuovi.

Nel n. XXIV è pubblicata una lettera, in data primavera 1801, scritta dal Volta ad una persona non nominata. Si ha ragione di ritenere che questa lettera fosse diretta all'Abate Anton Maria Vassalli di Torino. In questa lettera il Volta ricorda le esperienze ed i principi che lo condussero alla invenzione del suo nuovo apparato elettromotore, e dopo aver fatto cenno alle diverse esperienze che si possono compiere, ed effetti che si ottengono, nota quali fra questi furono studiati e quali trascurati, richiamando in particolare il contenuto della lettera precedente (n. XXIII) per quanto riguarda gli effetti chimici; infine, dopo di aver citato e trascritto qualche paragrafo della lettera a Sir Banks (n. XXII, Vol. I), accenna alle varie forme dell'apparato elettromotore.

Nel n. XXV è pubblicata una lettera al cittadino N. N., in data 18 maggio 1801, nella quale il Volta, dopo di aver richiamate le esperienze sul contatto, che danno ragione dei fenomeni del galvanismo e che lo condussero all'invenzione del suo nuovo apparato elettromotore, descrive gli effetti che da questo si possono ottenere. Indi, dopo di aver esposto alcune considerazioni sull'identità del fluido elettrico col preteso fluido galvanico, termina classificando in tre gruppi le esperienze che si possono fare colla pila:

1° Esperienze elettroscopiche.
2° Esperienze elettrofisiologiche.
3° Esperienze elettrochimiche.

In questo N. sono citati e trascritti alcuni paragrafi della lettera a Sir Banks (n. XXII, Vol. I), ed aggiunte in nota delle considerazioni sui risultati che il Volta aveva conseguiti alla fine del 1799.

A proposito dei tre sopra citati gruppi di esperienze, il Volta attribuisce grande importanza al primo, considerando gli effetti del terzo gruppo come secondari e dovuti al flusso continuo del fluido elettrico. Anzi lo studio del primo gruppo di esperienze viene dal Volta elevato ad una vera e propria importanza filosofica, in quanto ne deduce l'identità del fluido elettrico col fluido galvanico, col quale nome si indicava un ipotetico fluido, diverso dall'elettrico, che i seguaci delle idee del Galvani ritenevano fosse posto in circolazione dal nuovo apparato elettromotore inventato dal Volta.

Nel n. XXVI è pubblicata una lettera a Jean Claude de la Métherie, in data 10 ottobre 1801. In questa lettera il Volta si propone di dare un sunto delle esperienze che dimostrano che il fluido posto in moto dalla pila non è altro che fluido elettrico suscitato e mosso dal semplice contatto dei conduttori particolarmente metallici; espo-

Digitized by Google

ste le sue considerazioni in proposito, determinata in 1/60 di grado elettrometrico la tensione destata nel contatto fra rame e zinco, dimostra come gli effetti dei suoi apparati elettromotori altro non sono che la somma di quelli dovuti all'azione delle singole coppie che li costituiscono.

In questa lettera il Volta afferma che quanto va esponendo non è che l'anticipazione di una Memoria più ampia ed estesa che è in preparazione.

Il n. XXVII (A, B, C, D) è la memoria sull'identità del fluido elettrico col fluido galvanico, che a varie riprese lesse all'Accademia Nazionale di Parigi nel 1801, in sedute alle quali intervenne sempre il primo Console Napoleone.

In questa Memoria il Volta, a convincere che il fluido posto in moto nel suo apparato non è altro che vero e proprio fluido elettrico, si propone di dissipare i seguenti gruppi di obbiezioni.

1° gruppo: - Sulla pretesa mancanza di alcuno dei segni elettrici e sulla debolezza di altri in confronto delle forti scosse, delle sensazioni di dolore, ecc., che si hanno dalle pile.

2° gruppo: - Sulla pretesa esistenza di sostanze che trattengono il fluido galvanico mentre lasciano passare il fluido elettrico.

3° gruppo: - Sugli effetti chimici rimarchevoli che si ottengono col suo apparato, e che non si saprebbero attribuire ad elettricità sì debole da non essere resa manifesta nemmeno coi più sensibili elettrometri.

Anzitutto il Volta prova il principio del contatto, mostrando come, coll'uso del condensatore, si possa determinare in 1/60 di grado del suo elettrometro a paglie, la misura della tensione suscitata dal contatto fra argento e zinco: divisi poi i conduttori in due classi (conduttori metallici o di 1ª classe, e conduttori umidi o di 2ª classe), analizza e discute le esperienze che lo portano a concludere che il fluido è sbilanciato solo nel contatto fra conduttori di 1ª classe.

È così in grado di rispondere al primo gruppo di obbiezioni, mostrando che il grado elettrometrico dato dalla pila è proporzionale al numero delle coppie che la compongono, ed è indipendente dalla resistenza interna e dalle buone condizioni dell'apparato, mentre l'intensità delle scosse e la vivezza della scintilla dipendono, e dal numero delle coppie e dalla resistenza interna, ed infine anche dalle buone condizioni dell'apparato.

Risponde al 2° gruppo di obbiezioni analizzando il comportamento della fiamma e dell'aria diradata, e mostrando come l'interposizione di una fiamma, per un tratto di mezza linea, se permette il tragitto del fluido elettrico, questo avviene però così lentamente da non dar più luogo a sensibile scossa.

Risponde poi al 3° gruppo di obbiezioni affermando che la causa dei fenomeni chimici deve ricercarsi nella grande quantità di fluido elettrico posto continuamente in circolazione dalla pila.

Digitized by Google

Il n. XXVII presenta in appendice un gruppo di note storiche relative alla Memoria sull'identità del Fluido Elettrico col Fluido Galvanico.

Queste note riguardano:

1° Il rapporto, in data 2 dicembre 1801, steso da Biot a nome della Commissione della Classe di Scienza dell'Istituto Nazionale di Francia, sulle esperienze del contatto, fatte dal Volta.

2° Documenti riguardanti la fondazione del premio Buonaparte (6 luglio 1802), per un concorso annuo ad una medaglia d'oro, ed un altro premio straordinario di L. 60.000.

3° Cronologia degli atti dell'Istituto Nazionale di Francia.

Dal punto di vista scientifico, è naturalmente interessante la relazione colla quale il Biot espone alla Classe di Scienza dell'Istituto Nazionale di Francia, le esperienze fondamentali del Volta, e le considerazioni in base alle quali il Volta stabilisce il principio del contatto.

Tale relazione si apre con un richiamo sintetico dei punti fondamentali della controversia scientifica fra il Volta ed il Galvani, indi passa alla esposizione ed alla valutazione delle esperienze del Volta, formulando un giudizio favorevole alla teoria del contatto, sostenuta dal Volta. Il rapporto continua con un interessante riassunto storico dello svolgimento dell'Elettrologia, dallo studio dei primi elementari fenomeni, fino all'invenzione della pila, e termina proponendo di accogliere la domanda fatta da un membro dell'Istituto (il primo Console Napoleone) di offrire al Volta la Medaglia dell'Istituto di Francia, in testimonianza della soddisfazione della Classe di Scienze « pour les belles découvertes dont il vient d'enrichir la théorie de l'Electricité et comme une preuve de sa reconnaissance pour les lui avoir communiquées ».

Il gruppo di lettere e Memorie pubblicate nel Volume Secondo dal n. XXVIII al n. XXXIV, riguarda in modo particolare i fenomeni elettrometrici e chimici della pila, le cause dei fenomeni stessi, e le applicazioni alle quali questi danno luogo.

Il n. XXVIII contiene una descrizione della pila, pubblicata in data 6 Novembre 1801, in « Journal de Chimie et de Physique », di Bruxelles. È una ordinata esposizione dei particolari riguardanti la costruzione di una pila con custodia metallica, e degli effetti elettrometrici ed elettrofisiologici che si ottengono dalla pila stessa, seguita dall'accenno ad una speciale disposizione delle parti per eventuali applicazioni mediche.

Nel n. XXIX è pubblicata una lettera al Landriani, in data marzo 1801, in cui il Volta si propone di dare comunicazione dei risultati delle sue esperienze istituite per lo studio dei fenomeni elettrochimici che si possono ottenere col suo apparato elettromotore.

All'uopo descritto l'apparato elettromotore nella sua duplice forma, richiamati i suoi principii del contatto, la scala dei metalli

Digitized by Google

e le applicazioni alla spiegazione della pila, considera i fenomeni elettrometrici presentati dalla pila, li misura coll'Elettrometro, e ne indaga gli effetti, con e senza l'uso del condensatore. Indi porta la sua attenzione sulla corrente posta in circolazione dalla pila ed espone gli effetti fisiologici e chimici che si possono ottenere; illustra le ragioni per le quali, nello studio dei fenomeni chimici, preferisce l'apparato a corona di tazze, ed indi descrive una disposizione che permette di meglio osservare la calcinazione dei metalli da una parte e lo svolgimento delle bolle di gas dall'altra parte.

Questo numero termina colla pubblicazione di un manoscritto, che si riallaccia alle minute della lettera pubblicata, e nel quale è illustrata una figura che si riferisce ad esperienze compiute nello studio di fenomeni elettrochimici.

Il n. XXX contiene una memoria (edita nel Marzo 1802), nella quale il Volta si propone di rispondere alle obbiezioni fatte alla sua teoria del contatto dal Nicholson, il quale aveva attribuito tutti, o quasi tutti i fenomeni presentati dalla pila, all'azione chimica dei liquidi sui metalli. Nei riguardi di questa obbiezione, il Volta fa notare come, avendo egli sostenuto che la sede della forza elettromotrice, nel suo apparato elettromotore, doveva aver luogo nel contatto fra metalli diversi, possano essere nati degli equivoci, i quali facciano credere che egli non accordi alcun potere al contatto fra liquido e metallo. Richiama all'uopo la teoria del contatto enunciata nella forma più generale, ed i risultati che egli aveva in proposito stabiliti nelle sue lettere al prof. Gren (vedasi il n. XVIII del Vol. I), sulla sede della forza elettromotrice nei seguenti tre casi:

1° Contatto fra due conduttori di 1ª classe.

2° Contatto fra un conduttore di 1ª ed uno di 2ª classe.

3° Contatto fra due conduttori di 2ª classe.

Ricorda ancora come in dette lettere al prof. Gren egli abbia posto in luce tre diverse possibilità di porre il fluido elettrico in circolazione in un circuito di tre corpi, e cioè:

1° In un circuito di due conduttori di 1ª classe ed uno di 2ª classe.

2° In un circuito di due conduttori di 2ª classe ed uno di 1ª classe.

3° In un circuito di tre conduttori di 2ª classe.

Indi il Volta mostra come la disposizione del Davy (pila formata da due conduttori liquidi e da un solo metallo), la quale secondo il Nicholson dava motivo ad obbiezioni alle sue concezioni, rientrando nelle disposizioni del 2° tipo, si risolve invece in una conferma della sua teoria.

Il Volta espone poi considerazioni sui fenomeni chimici della pila, che egli considera piuttosto effetto che causa dello svolgimento del fluido elettrico.

Si occupa indi degli effetti chimici in relazione alle scosse, po-

Digitized by Google

nendo in proposito in luce l'influenza della permeabilità dei conduttori, e finisce considerando le condizioni esterne d'ambiente, in relazione al funzionamento della pila.

Nel n. XXXI è pubblicata una lettera al Brugnatelli, in data 29 settembre 1802, nella quale il Volta comunica d'aver studiato con qualche precisione il rapporto fra il grado elettrometrico e la distanza esplosiva, giungendo a risultati interessanti (per l'esposizione di questi risultati, vedasi il n. XXXV del Vol. II, il n. LXVI ed il n. LXVIII del Vol. IV). Dopo citazioni riguardanti il tempo necessario per caricare una batteria con una pila i cui bollettini intrisi d'acqua sieno variamente umidi, passa poi al confronto delle scosse, date dalla batteria stessa, con quelle della pila caricatrice.

Nel n. XXXII (A) è pubblicata una lettera all'Amoretti, in data 15 giugno 1801, in cui il Volta espone le ragioni per le quali ritiene che i fenomeni rabdomantici, se pur sono veri, non sono d'ordine elettrico.

Nel n. XXXII (B) è pubblicata una lettera diretta al Brugnatelli, in data giugno 1802, nella quale il Volta, parlando dell'applicazione dell'elettricità ai sordomuti dalla nascita, descrive le esperienze che egli ha intraprese in proposito, ed accenna ad altre, delle quali ha avuto notizia.

Il n. XXXIII contiene appunti (dal 15 al 19 luglio 1805) di esperienze fatte con pile di piattelli d'osso intrise di varie sostanze. È interessante la discussione dei fenomeni presentati dalle pile secondarie, in merito alle quali il Volta dà un'interpretazione conforme alla sua teoria sul contatto.

Nel n. XXXIV è pubblicata una lettera diretta al Configliachi (15-19 luglio 1805), nella quale il Volta discute sui mezzi che ritiene opportuni per ottenere dalle torpedini i fenomeni che si hanno dalle pile, ed invita il Configliachi ad indagare sulle circostanze, in base alle quali si potrebbero paragonare gli apparati elettromotori delle torpedini alle pile formate con soli conduttori di seconda classe.

Il n. XXXV contiene una memoria sull'identità del fluido elettrico e galvanico. È interessante richiamare brevemente la storia di questa Memoria. Essa venne presentata nel 1805, sotto il nome del Baronio (discepolo caro al Volta), per un concorso bandito dalla Società Italiana delle Scienze di Modena, sulla questione del Galvanismo.

Le memorie presentate furono tre, e tra queste quella in discorso, alla quale..... non venne assegnato il premio stabilito (che era di 90 zecchini). Essa venne pubblicata nel 1814 dal Configliachi preceduta da una involuta prefazione, dalla quale non risulta l'indicazione del suo vero autore. Che tutto il testo della Memoria sia del Volta, lo provano i manoscritti esistenti nel cartellario Voltiano che si conserva presso il R. Istituto Lombardo. Ma in questi manoscritti le minute delle note sono frammentarie, incomplete e talvolta mancano:

Digitized by Google

d'onde, di fronte all'ambiguità della prefazione del Configliachi, il dubbio che fossero proprio tutte del Volta le note che appaiono nella Memoria.

Il Dottor S. C. Achille Ratti (ora S. S. Papa Pio XI), sulla fede di un manoscritto posseduto dalla Biblioteca Ambrosiana di Milano, ha dissipato in proposito ogni dubbio, cosicchè si può ora affermare che non solo il testo della Memoria, ma anche tutte le note che vi compaiono sono del Volta.

In questa Memoria tutta la controversia famosa e gli sviluppi della teoria Voltiana sono esposti in sette articoli.

La Memoria comincia col riassumere il periodo che segue immediatamente alla pubblicazione delle esperienze del Galvani, e che si chiude coll'invenzione della pila: il principio del contatto è posto in luce nelle sue successive generalizzazioni, ed emerge come, attraverso alla ricerca di esperienze decisive invocate a provare il principio del contatto nella sua forma più generale, il Volta sia stato condotto all'invenzione della pila, che vien descritta ed illustrata nei suoi particolari e nei suoi molteplici effetti. Mentre il Galvani sosteneva essere il fluido, al quale sono dovute le contrazioni delle rane, vera e propria elettricità (che egli chiamava animale, in quanto eccitavasi di per sè negli organi animali e traeva la sua origine dalla organizzazione di questi), i seguaci delle sue teorie, battuti sul terreno della sede della forza elettromotrice, travisarono il pensiero del loro stesso maestro, sostenendo, nello svolgimento della discussione, essere l'elettricità animale un fluido diverso dalla elettricità artificiale, e diverso dall'artificiale esser pure il fluido posto in moto dalle armature metalliche (e quindi dalla pila), e perciò chiamarono impropriamente galvanico questo fluido. Appunto allo scopo di porre in evidenza l'identità del fluido elettrico col fluido chiamato galvanico, il Volta illustra gli effetti elettrometrici ed elettrofisiologici della pila, argomento questo che era stato in particolar modo oggetto della sua Memoria a Parigi (1801, n. XXVII), il cui contenuto viene ora ripreso in considerazione, e rifuso coll'aggiunta di svolgimenti nuovi e nuovi risultati sperimentali, che interessano specialmente la distanza esplosiva in rapporto alla tensione, la tempra e l'intensità delle scosse.

Viene poi un esauriente confronto fra la pila e l'apparato elettromotore della torpedine, seguito da un particolareggiato studio degli effetti elettrofisiologici destati dalla pila nei sensi del tatto, del gusto e della vista.

Chiude la Memoria riassumendo i risultati che ritiene ormai assodati:

1° Che il principio del contatto dà la ragione dei fenomeni presentati dagli apparati elettromotori artificiali (pile) e naturali (apparato delle torpedini).

Digitized by Google

2° Che in questi ultimi il fluido elettrico non viene animalizzato o comunque mutato, come vogliono i galvanisti.

3° Che le pile si comportano come batterie di grande capacità, debolmente cariche ed indeficienti.

4° Che infine nei fenomeni del galvanismo non vi è in gioco altro fluido che il fluido elettrico.

I numeri che seguono dal n. XXXVI al n. XXXIX (l'ultimo dei quali chiude il Volume II) contengono complementi, minute, frammenti e brani di dissertazioni, che si riallacciano a studi già compiuti.

Il n. XXXVI è una continuazione alla memoria sulla Identità del fluido elettrico e galvanico; in essa sono esposte considerazioni sugli effetti elettrofisiologici, calorifici e chimici della corrente.

Il n. XXXVII (1806) si riallaccia all'argomento della decomposizione del muriato di soda, al quale argomento è fatto cenno nella chiusa del numero precedente: contiene inoltre la descrizione di esperienze fatte colla corrente elettrica sull'acqua variamente salata, in base alle quali risulta dimostrato, che la produzione di alcali e di acido, che ha luogo nell'esperienza stessa, è sempre dovuta alla presenza di muriato di soda nella soluzione sulla quale si è operato.

Nel n. XXXVIII (A, B, C, D, E) sono pubblicati frammenti inediti vari riguardanti studi, esperienze e scoperte del Volta posteriori alle esperienze del Galvani.

Il n. XXXVIII (A) comincia con una esposizione sintetica delle scoperte del Volta, dall'epoca delle prime esperienze del Galvani, sino all'invenzione della pila. Dopo questa rapida esposizione storica, il Volta dichiara di voler studiare, in base ai principi stabiliti, gli effetti della virtù elettromotrice dei conduttori di prima e di seconda classe in relazione alla qualità e numero delle coppie metalliche poste in giuoco, di voler rilevare in proposito i segni elettrometrici e la trasfusione del fluido elettrico in corpi diversi applicati ai diversi luoghi dell'elettromotore, e di voler spiegare finalmente i fenomeni che in questi incontri presentano i conduttori imperfetti. Seguono considerazioni sulla debolissima tensione suscitata nel contatto fra argento e zinco, la quale è percettibile solo agli elettroscopi animali; indi il Volta ricorda come coll'aiuto del condensatore potè determinare questa tensione in $^1/_{60}$ di grado del suo elettrometro a paglie sottili, ed infine come tale risultato sia stato confermato dalle esperienze fatte sugli apparati elettromotori.

Nel n. XXXVIII (B) sono pubblicati due manoscritti in cui il Volta tratta dei fenomeni che avvengono nel contatto di conduttori diversi, quando la forza motrice suscitata in tale contatto, soverchia la loro proprietà conduttrice; chiude infine accennando alle sue scoperte posteriori alle esperienze del Galvani. In nota il Volta parla del comportamento dei coibenti nello strofinamento, e dei metalli nel contatto.

Digitized by Google

Nel n. XXXVIII (C) è pubblicato un manoscritto in cui il Volta discute se meglio convenga attribuire lo sbilancio del fluido elettrico destato nel contatto di conduttori metallici diversi, ad impulso o ad attrazione. Per il passato il Volta preferiva interpretare il fenomeno ricorrendo all'impulso, ora preferisce invece attribuirlo, se si può, alle attrazioni od affinità, che sono forze già ammesse ed in parte almeno conosciute, piuttosto che inventare una nuova causa che non si saprebbe ben definire; termina svolgendo considerazioni che illustrano questo suo ordine di idee.

Nel n. XXXVIII (D) è pubblicato un manoscritto nel quale il Volta, in un paragrafo incompleto, accenna alla possibilità di esperienze da farsi nel vuoto, e che si riferirebbero alla possibilità della esistenza di un conduttore luminoso perpetuo.

Seguono poi altri paragrafi in cui parla della resistenza delle sostanze vegetali a trasmettere le scosse.

Nel n. XXXVIII (E) è pubblicato un manoscritto nel quale il Volta espone il risultato di esperienze compiute con una batteria destinata a dare una scossa appena sensibile: affinchè ciò abbia luogo, il Volta ricerca il rapporto secondo il quale deve variare la superficie armata della batteria al variare del numero delle coppie della pila adoperata a caricare la batteria stessa.

Il Volume Secondo termina col n. XXXIX, nel quale sono pubblicati frammenti vari riguardanti la storia delle scoperte ed invenzioni del Volta dall'Elettroforo alla Pila, con considerazioni relative alle applicazioni di questa ed alle scoperte fatte colla medesima sopratutto nel campo della chimica.

Digitized by Google

Digitized by Google

3ª MONOGRAFIA
SUL
VOLUME TERZO DELL'EDIZIONE NAZIONALE

Il Volume Terzo riguarda l'elettrostatica: esso si apre con le prime lettere scientifiche del Volta che si posseggono (1765); continua con memorie edite e lavori inediti, di carattere teorico e sperimentale sull'elettricità vindice, sull'elettroforo, sulla teoria delle atmosfere elettriche, e termina colle memorie sul condensatore.

Nel primo numero del volume terzo, cioè nel n. XL, è pubblicata una lettera del Volta, in data 2 aprile 1765, al Padre Giov. Batt. Beccaria; questa lettera è di particolare importanza, perchè ci dà un'idea del modo col quale il Volta, allora ventenne, si era prospettato i problemi riguardanti specialmente lo stato elettrico suscitato nei corpi dallo strofinamento, e del modo col quale egli, partendo dall'ipotesi unitaria del Franklin, aveva cercato di darsi ragione dei vari fenomeni elettrici che gli si erano presentati.

In questa lettera il Volta, dopo aver dato notizia dei nuovi fenomeni elettrici da lui studiati e delle applicazioni fatte in proposito, accenna alla costruzione ed al funzionamento di una macchina elettrica a cilindro di seta.

Il n. XLI contiene una lettera, in data 22 giugno 1767, pure diretta al Padre Beccaria, nella quale il Volta ritorna sulle idee generali espresse nella precedente lettera.

Seguono poi le prime due Memorie pubblicate dal Volta in latino:

N. XLII: « *De vi attractiva ignis electrici* », 1769;

N. XLIII: « *Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus* », 1771.

La prima di queste due memorie ha carattere di sintesi filosofica, mentre la seconda ha carattere sperimentale.

Nella memoria « *De vi attractiva ignis electrici* » (pubblicata nel n. XLII), il Volta si propone di dimostrare come il fluido elettrico (che egli generalmente chiama fuoco elettrico) obbedisca ad una legge di attrazione, alla quale si possono ridurre gli stessi principi del Franklin. All'uopo basta ammettere:

Digitized by Google

a) che ogni corpo abbia una naturale porzione di fluido elettrico;

b) che la materia di ogni corpo possegga una forza sua propria, per la quale attragga nuovo fluido elettrico e sia da questo attirata.

Il Volta ritiene che il fuoco elettrico sovrabbondante in un corpo, formi attorno a questo un'atmosfera di attività elettrica, in modo da esercitare una forza attrattiva sui corpi che sono da essa investiti. Riesamina le ipotesi precedentemente sostenute ed espone le ragioni che lo inducono ora a rifiutarle (1), ed afferma che lo strofinio, mutando le posizioni delle particelle dei corpi, muta conseguentemente la somma totale delle forze attrattive di ciascuno di questi, ed è perciò la causa dello sbilancio elettrico che si verifica nei medesimi.

È importante ricordare come, discutendo intorno all'effervescenza, vi ravvisi rapporti di analogia coi precedenti fenomeni, e come ciò gli faccia prevedere la possibilità di uno sviluppo di elettricità, non solo nelle effervescenze stesse, ma anche in ogni cambiamento di stato di aggregazione. Analizza poi il fenomeno dell'induzione elettrostatica e lo interpreta ammettendo che un corpo *A* entrando nella sfera di attività di un corpo *B* elettrizzato, p. es. per eccesso, risenta di questo eccesso come se il medesimo risiedesse su di esso. Nel corso della discussione, il Volta osserva come il sopra accennato avvicinamento del corpo *A* al corpo *B*, non mutando la reciproca posizione delle particelle di *A*, non muterà neppure il sistema delle sue forze attrattive, cosicchè dovendosi applicare ora il medesimo sistema ad una maggior quantità di fuoco elettrico (e cioè a quella naturalmente posseduta da *A*, e in più a quella dovuta all'atmosfera dell'eccesso di *B* nella quale il corpo *A* è immerso), ne consegue che il detto sistema agirà con minore intensità sopra ogni singola particella del fuoco elettrico di *A*, e quindi lascerà sfuggire, dalla parte opposta a quella dove sta il corpo elettrizzato *B*, tanto fuoco elettrico, quant'è l'eccesso di *B* che ha investito il corpo *A*. E precisamente il corpo *A* si scarica di una corrispondente quantità di fuoco elettrico, quando venga messo in contatto col suolo. È interessante notare che nello svolgimento di queste considerazioni trovasi il germe di quel concreto concetto di tensione elettrica, alla cui formulazione il Volta trovavasi sempre più sospinto (2).

Il Volta dopo di aver analizzata la causa del fenomeno dell'induzione elettrostatica, investe, colla interpretazione che egli ne ha dato,

---

(1) Le ipotesi alle quali si riferisce, sono quelle sostenute nelle lettere pubblicate nel precedente n. XL e n. XLI.

(2) Vedasi la nota del Prof. FRANCESCO MASSARDI: *Sull'importanza dei concetti fondamentali esposti dal Volta nel* 1769 *nella sua prima Memoria Scientifica* « De Vi Attractiva Ignis electricis ». Rendiconti R. Istituto Lombardo Scienze e Lettere; Vol. LIX, fasc. VI - X - 1926.

Digitized by Google

tutte le particolarità del fenomeno stesso, per passare poi, in base ai principi sopra stabiliti, alla spiegazione dei fenomeni dell'elettricità vindice del Beccaria. In questi fenomeni sono presi in considerazione i fatti presentati da una lastra isolante ed elettrizzata, sulla quale venga adattata un'armatura metallica. Provocata la scarica, toccando l'armatura, pretendeva il Beccaria che la faccia isolante si dispogliasse interamente della sua elettricità, e la riprendesse poi di bel nuovo dall'armatura, quando questa le veniva svelta dal contatto; d'onde il nome di *elettricità vindice*.

A tale interpretazione il Volta sostituì quella fluente dalle proprietà dei dielettrici e dai suoi principi sopra stabiliti. Sta precisamente nell'aver saputo dare l'esatta interpretazione di questi fenomeni, quel germe che sviluppandosi doveva necessariamente portare il Volta prima all'elettroforo, poi al condensatore.

Nella seconda memoria latina « *Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus* », pubblicata nel n. XLIII, il Volta parla del modo di trattare i legni ed altri corpi, in guisa che i medesimi acquistino la proprietà di elettrizzarsi per strofinio: ciò che egli ottiene friggendoli nell'olio, o tostandoli nel forno. Indi il Volta passa in rassegna le esperienze e le applicazioni da lui fatte in proposito, dal quadro di Franklin alla costruzione di una macchina elettrica con disco di legno o di cartone abbrustolito; e dopo di aver discusso intorno alle cause che rendono coercenti i corpi, si diffonde nella ricerca delle ragioni per le quali i medesimi si elettrizzano. In questa seconda memoria vengono largamente richiamati i concetti esposti nella precedente.

Nel n. XLIV, che segue alle due memorie in latino, è pubblicata una lettera al Landriani, in data 3 giugno 1795, in cui il Volta riafferma il suo dissenso dalle idee del Beccaria sull'elettricità vindice, e dice di essere oramai in possesso di fatti decisivi in proposito. I fatti ai quali accenna sono quelli che riguardano l'elettroforo, ed in proposito il Volta stava preparando la lettera (pubblicata nel n. XLV (B) dello stesso volume terzo) che doveva inviare al Priestley, in data 10 giugno 1775.

Tutto quanto riguarda l'Elettroforo è pubblicato nel n. XLV.

Nel n. XLV (A) sono pubblicati brani di lettere, in data 13 e 22 giugno 1775, dirette al Padre Campi, in cui il Volta dà comunicazione dell'invenzione di un nuovo piccolo e semplicissimo apparato, dal quale si possono ottenere i segni elettrici come da una macchina comune, ed accenna alle caratteristiche proprietà di questo apparato, che egli chiama col nome di *Elettroforo perpetuo*.

Nel n. XLV (B) è pubblicata una lettera al Priestley, in data 10 giugno 1775. In questa lettera il Volta, dopo aver descritto ed illustrato l'elettroforo, insiste sulla costante vivacità dei segni che si ricavano dal medesimo, sulla loro durevolezza e sulla possibilità di rinvigorire la carica del mastice per mezzo di una « *caraffa* » (pic-

Digitized by Google

cola bottiglia di Leida), fatta funzionare colle cariche residue del mastice dello stesso elettroforo: per questa proprietà propone, pel suo apparato, il nome di *Elettroforo perpetuo*.

Nelle lettere al Canonico Fromond, che sono pubblicate nel n. XLV (C) e n. XLV (D), il Volta parla dei mastici usati e della crescente intensità degli effetti che si possono ottenere dall'elettroforo, col crescere delle dimensioni del medesimo.

Dopo un brano di lettera del Volta al Padre Barletti (1776), pubblicato nel n. XLV (E), e riguardante il rovesciamento della carica del mastice dell'elettroforo (fenomeno questo che si verifica in opportune condizioni di esperienza), segue nel n. XLV (F), la polemica (Maggio, 1776) del Volta col Klinkosch, professore di Anatomia nella Università di Gottinga.

Il Klinkosch, in una sua lettera al conte Kinski, dopo aver detto che aveva preso conoscenza dell'elettroforo da una lettera, pubblicata a Vienna nel 1775 (lettera di un'abate di Vienna ad un suo amico di Presburgo), dichiarava di non riconoscere nei fenomeni dell'elettroforo altro che quelli dell'*Elettricità vindice*, e contestava quindi al Volta ogni merito in proposito.

Il Volta risponde precisando le sue idee nei riguardi dell'elettricità vindice, ed esponendo le ragioni che aveva sempre sostenuto contro il Beccaria: riconosce la priorità delle esperienze di Grey, Du Fay ed Epino (riguardanti i segni elettrici presentati dallo zolfo fuso in una coppa metallica), delle quali però non aveva avuto conoscenza. Cita in proposito, come più vicine alle sue esperienze, quelle del Cigna, che caricò, per quanto debolmente, una caraffa coll'elettricità vindice. Pone in evidenza le differenze caratteristiche fra i fenomeni dell'elettricità vindice e quelli dell'elettroforo, quali per esempio, la vivacità dei segni, la loro durevolezza, la possibilità di rinvigorire la carica del mastice colle cariche residue ricavate dall'elettroforo stesso, circostanze queste che legittimano, pel suo apparato, il nome di *Elettroforo perpetuo*. Non è poi contento della relazione che l'abate di Vienna ha fatto del suo apparato, e comprende come essa abbia potuto dar luogo ad equivoci e delusioni. Termina infine discutendo sullo spessore più opportuno dello strato di mastice.

Segue nello stesso numero la lettera del Klinkosch al Volta, nella quale il Klinkosch dissipa ogni equivoco riconoscendo il merito del Volta.

Il n. XLV (G) contiene tre lettere scritte dal Volta al Landriani, dal 1775 al 1778, nelle quali sono richiamate le proprietà del suo elettroforo.

Infine vi sono considerazioni di carattere teorico, pubblicate nel n. XLV (H), ed una descrizione d'indole didattica, pubblicata nel n. XLV (I).

Fra le varie note che accompagnano questa esposizione didattica, ve ne è una autografa, molto interessante, in quanto in essa il Volta,

Digitized by Google

dopo di aver considerato il contatto come il caso limite dello strofinio, non esclude che il solo contatto possa essere sufficiente a sbilanciare il fluido elettrico.

Mentre il Volta spingeva così innanzi gli studi nel campo dell'Elettricità, non mancava di portare la sua attenzione su altri fenomeni. Nel 1776-1777 infatti, il Volta nelle sue lettere dirette al Padre Campi, annunciava la scoperta dell'aria infiammabile nativa delle paludi, ne esponeva le proprietà e manifestava le sue idee nei riguardi della sua costituzione. Pochi mesi dopo, in altre lettere al Marchese Castelli, il Volta descriveva le esperienze e le applicazioni da lui fatte coll'aria infiammabile. Queste lettere, insieme ad un abbondante materiale formato da altre memorie edite e lavori inediti sulle Arie infiammabili e sull'Endiometria, ecc., sono pubblicate nell'ultimo volume dell'Edizione Nazionale. Nel volume terzo venne però pubblicata, nel n. XLVI, una lettera del Volta al Padre Barletti, in data 18 aprile 1777, sia per dare un'idea di questi studi, sia per le applicazioni elettriche che vi sono citate. Fra queste applicazioni ve ne è una molto interessante ed originale, che riguarda progetti di esperienze per trasmettere segnali da Como a Milano, per il qual motivo si può intravedere nel Volta un precursore della telegrafia elettrica.

Il Volume terzo riprende poi l'esposizione degli studi di carattere esclusivamente elettrico colla lettera del Volta al De Saussure, in data 20 agosto 1778, pubblicata nel n. XLVII (A). In questa lettera, il Volta, con grande acutezza di mente, pone in luce i rapporti fra i concetti fondamentali di capacità e di tensione, investigando ed analizzando teoricamente e sperimentalmente questi concetti, guidato in ciò da un finissimo intuito e dal sicuro possesso di un ampio materiale di esperienze. In questa memoria, il Volta, dopo aver richiamato le esperienze del Franklin (riguardanti la variazione dello stato elettrico di una catena che per mezzo di un filo di seta viene gradatamente sollevata da un catino elettrizzato ed isolato), ed aver ricordato la proprietà dell'elettricità di disporsi alla superficie (proprietà questa dimostrata dal Saussure), pone in chiaro il suo proposito di analizzare l'influenza della forma del conduttore e di dimostrare come la capacità di questo sia in ragione delle superfici libere dall'azione delle atmosfere omologhe. A questo scopo, data al suo conduttore la forma di bastoncini argentati, posti in comunicazione per il lungo, afferma l'equivalenza della scarica ottenuta da un tal conduttore e da una bottiglia di Leida: indi posto in luce il concetto di potenziale elettrico, che egli chiama col nome di tensione, indaga il fenomeno delle scariche di una bottiglia di Leida, nelle varie condizioni in cui esso può aver luogo, illustrando, colla discussione di molteplici esperienze, l'equivalenza di queste scariche a quelle che si possono ottenere dai conduttori.

Il Volta rileva tutta l'importanza teorica di queste conclusioni,

Digitized by Google

e dopo aver parlato delle cariche delle nubi, ritiene di aver risolto il problema proposto dall'Ab. Rozier (Rozier, Observations sur la Physique, T. IX, 1777), il quale si chiedeva se l'elettricità naturale avesse piuttosto l'indole della carica di un semplice conduttore, o piuttosto l'indole di quella di una batteria. In merito alla risoluzione che egli ha dato di questo problema, dice che ora finalmente tutti i voti dovranno riunirsi nel considerare il fulmine come una scintilla scoccata da un conduttore di grande capacità, caricato ad alta tensione. Questa lettera al De Saussure consta di due paragrafi: nel n. XLVII (B) trovasi pubblicata la minuta inedita del paragrafo 3 della precedente lettera. Questo paragrafo riguarda la capacità dei *conduttori coniugati* (cioè affacciati), ed è importante in quanto rappresenta l'anello di congiunzione fra la lettera al De Saussure e gli studi sul condensatore.

Le memorie sul condensatore sono precedute dalla pubblicazione di manoscritti, i quali ci permettono di seguire lo svolgimento del pensiero del Volta.

Il n. XLVIII tratta dell'azione delle atmosfere elettriche, e spiega con questa il fenomeno dell'influenza elettrostatica (che il Volta chiama col nome di *attuazione*). All'uopo il Volta suppone, che allorquando un corpo isolato entra nell'atmosfera elettrica di un altro corpo elettrizzato, p. es. per eccesso, questa atmosfera dispieghi la sua attività esaltando la tensione della quantità naturale di fluido contenuto nel corpo isolato scarico, precisamente come il calore eleva la tensione del gas contenuto in un recipiente senza aumentarne la quantità; ed è in base a questi concetti che egli spiega tutti i fenomeni dell'influenza elettrostatica, in tutti i loro particolari.

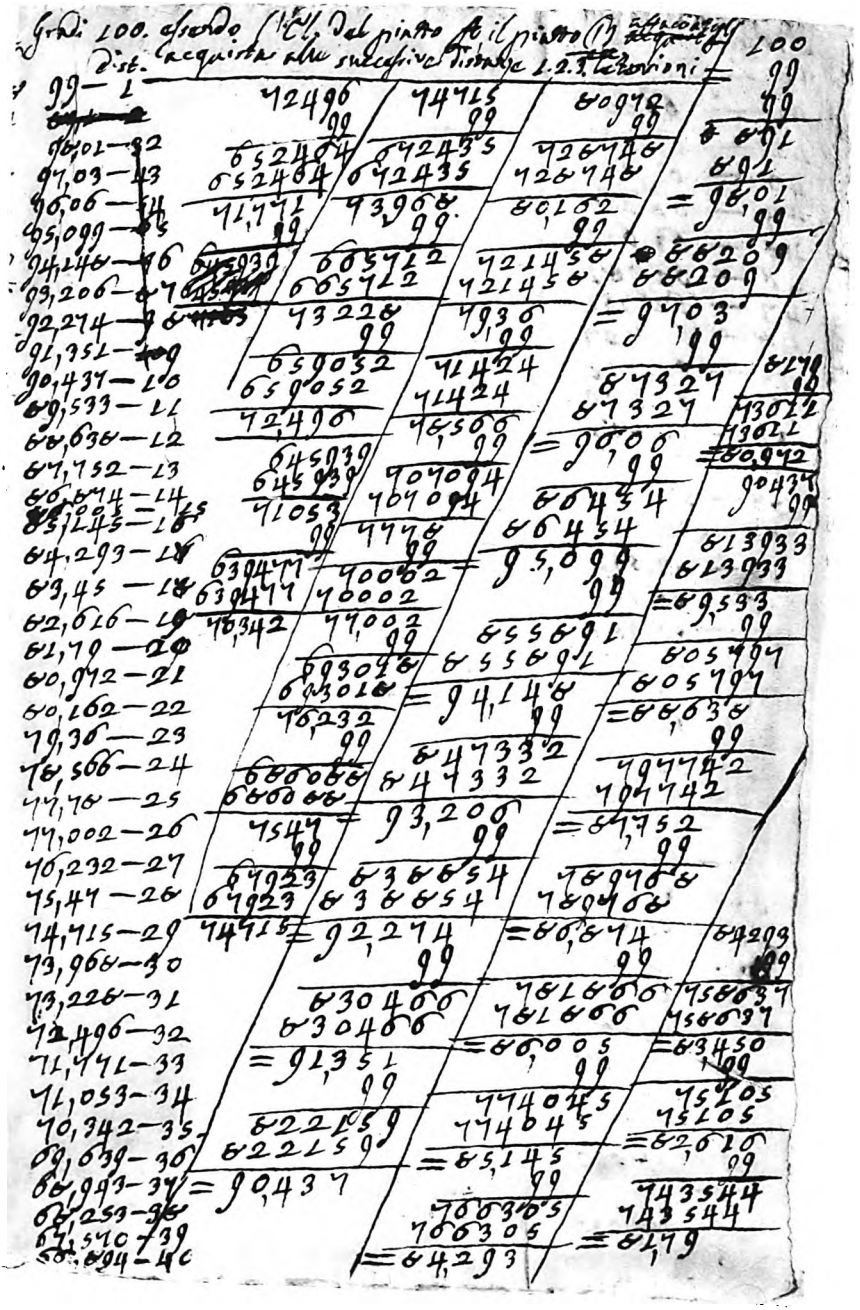
Nel successivo n. XLIX il Volta, per mezzo di semplici calcoli aritmetici, sviluppa l'applicazione dei principi precedentemente stabiliti, giungendo a dimostrare come in un sistema di piatti affacciati alla distanza di $^1/_5$ di linea, si condensi una quantità di elettricità cento volte maggiore di quella, che alla stessa tensione risiede su un solo di quei piatti, che sia isolato e solitario. (Vedi Tavole 23ª e 24ª).

Questi manoscritti presentano lunghe serie di moltiplicazioni a catena, lo studio delle quali ha portato a concludere che esse erano eseguite allo scopo di calcolare, nelle successive fasi dell'esperienza, i decrementi delle tensioni, gli incrementi delle cariche e le cariche totali dei piattelli affacciati, quando uno di questi veniva riportato da un potenziale costante, dopo che l'altro aveva subito un momentaneo toccamento (1).

---

(1) In proposito il Prof. Francesco Massardi in una nota « *Concordanza di risultati e formule, ecc.* » (Atti R. Istituto Lombardo 1923, Vol. LVI, fasc. VI-X), pose in luce una significativa concordanza fra i risultati e le formule emergenti da questi manoscritti, con quelli ricavati dalla fisica matematica nella risoluzione del problema più generale dell'elettrostatica.

Digitized by Google



Riproduzione d'Autografi di minute di calcoli aritmetici. Vedi *pag. 538*, N. XLIX.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nel n. L è pubblicato un gruppo di lettere, dalle quali emerge come la memoria del Volta sul condensatore fosse già pronta nel 1780.

Segue poi nel n. LI la memoria sul condensatore, accompagnata da un'appendice. Risulta dai manoscritti che questa memoria, pubblicata in italiano nelle Trans. Phil. Londra 1782, è la rifusione di un'altra memoria che senza Appendice era stata letta alla Società Reale di Londra il 14 marzo 1782: questa prima memoria, tradotta in francese, apparve poi pubblicata nel giornale di Fisica dell'Ab. Rozier nel 1783 (vedasi il n. LIII).

La memoria pubblicata nel n. LI si presenta divisa in due parti. Nella prima parte il Volta espone come un elettroforo, in cui lo strato isolante sia formato da una sottile incrostazione di resina non elettrizzata, permetta di ingrandire i segni elettrici, rendendoli osservabili, quando per sè soli, senza l'uso di questo apparato, non lo sarebbero. Affinchè lo strumento non abbia a funzionare da elettroforo, mascherando i risultati che si cercano, il Volta consiglia di sostituire alla resina un piano di marmo, od uno scudo metallico verniciato. Dopo di aver indicato quali altre disposizioni possono egualmente bene rispondere allo stesso scopo, il Volta pone in evidenza come tale apparato serva assai bene per esplorare l'esistenza di lievi tracce di elettricità artificiale e naturale, indi accenna all'elettricità sviluppata nella evaporazione, del qual fenomeno si riserva di tener parola nell'Appendice.

Nella seconda parte della memoria, il Volta afferma essere la capacità in ragione inversa della tensione; insiste sul concetto di *tensione*, che concepisce come lo sforzo che fa un conduttore per comunicare l'elettricità che su di esso risiede ad un altro conduttore, ponendo così in luce per il primo, ed in un modo chiaro ed esplicito, il concetto di ciò che oggi si chiama *potenziale elettrico di un conduttore*.

Dopo di aver richiamato quanto ha esposto nella lettera al De Saussure, in data 2 agosto 1778 (vedasi il n. XLVII), indaga il comportarsi della capacità di un sistema di piatti affacciati, ed illustra i fenomeni che si presentano, sviluppando i concetti stabiliti nei manoscritti pubblicati nei precedenti numeri.

Nell'Appendice che segue alla seconda parte, il Volta espone le esperienze fatte con Laplace e Lavoisier a Parigi (nell'Aprile del 1782), per mezzo delle quali si ottennero segni non dubbi di elettricità nei fenomeni di combustione e di effervescenza e segni deboli ed equivoci in quelli della evaporazione dell'acqua; indi ricorda analoghe esperienze, posteriori e più decisive, compiute in proposito a Parigi ed a Londra, chiudendo con considerazioni generali sulla causa dell'elettricità atmoferica.

Segue poi, nel N. LII, la pubblicazione di lettere in cui sono richiamate le esperienze del Volta sullo svolgimento, in determinate circostanze, dell'elettricità nell'evaporazione: le lettere ed i

Digitized by Google

manoscritti pubblicati permettono di risolvere, tutto a favore del Volta, il dubbio che l'Arago aveva formulato nel suo elogio funebre al Volta, dicendo di essere spiacente di non poter con certezza asserire se spettasse al Volta, od al Lavoisier e al Laplace, il merito delle esperienze riguardanti lo svolgimento dell'elettricità nella evaporazione.

Chiude infine il Volume terzo il n. LIII, in cui è pubblicata la memoria in francese sul condensatore, apparsa nel 1783 nel giornale di Fisica dell'Ab. Rozier, ed alla quale si ebbe precedentemente ad accennare.

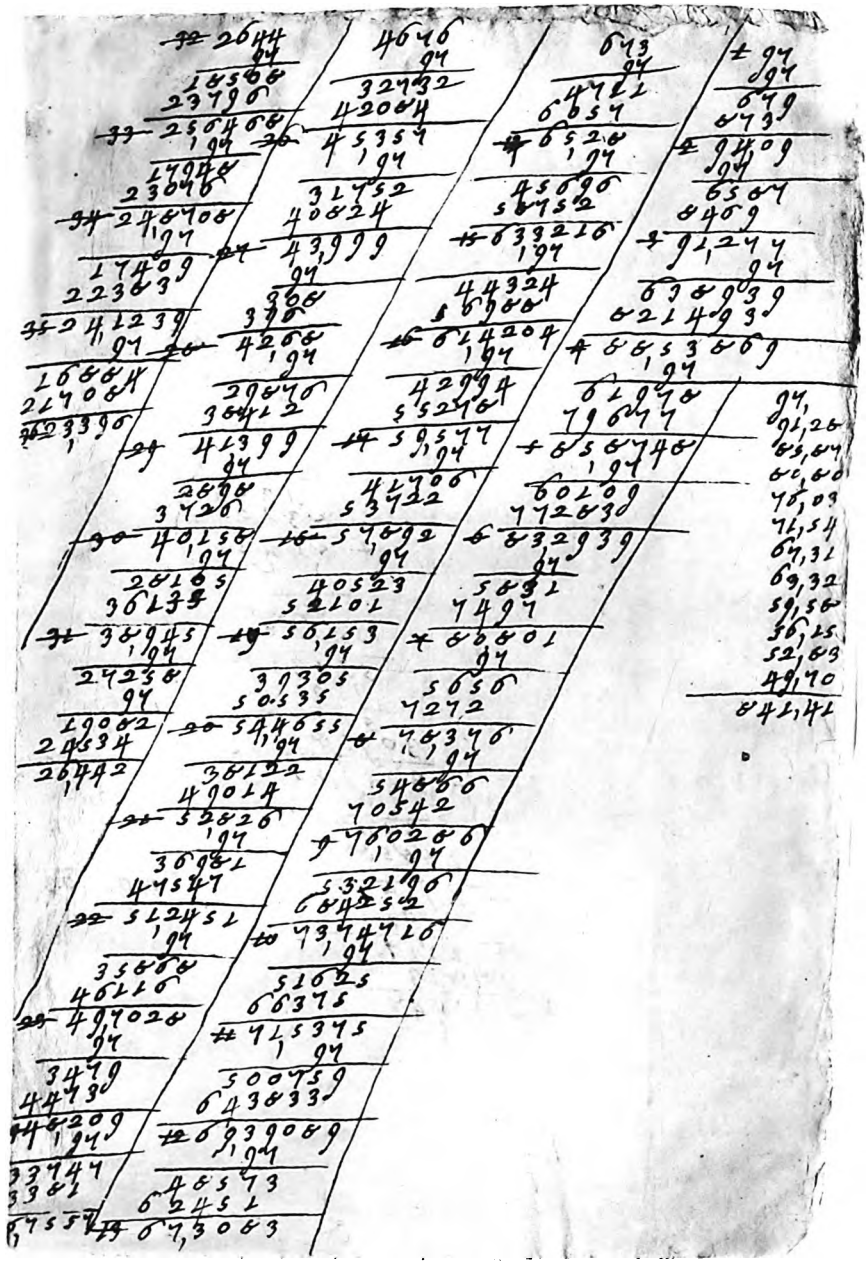
In questa memoria la parte sperimentale è svolta con grande ricchezza di particolari, mentre si presenta piuttosto sintetizzata la parte che riguarda la teoria delle atmosfere elettriche. In questa memoria il Volta comincia col presentare una serie di proposizioni che hanno l'aspetto di paradossi; poi espone le esperienze dirette a provare come, a conservare le piccole cariche elettriche, un conduttore imperfettamente isolato si presti assai meglio di un conduttore perfettamente isolato: in questa parte il Volta svolge, nella sostanza, il contenuto della prima parte della memoria sul condensatore (pubblicata nel precedente n. LI), soffermandosi maggiormente sui particolari delle esperienze che portano alla soluzione dei problemi proposti.

Tocca la parte teorica illustrando il concetto di tensione (cioè di potenziale elettrico) e ponendo in luce la relazione fra capacità e tensione.

È interessante l'accenno allo studio dell'elettricità dell'aria vaporosa elettrizzata artificialmente, e la proposta di imitare in piccolo ciò che avviene in grande nei vasti campi dell'atmosfera: il Volta chiude la memoria proponendosi di trattare più tardi, ed a lungo, dell'azione delle atmosfere elettriche.

L'Appendice che segue, non è sostanzialmente diversa da quella che trovasi unita alla precedente memoria sul condensatore.

Digitized by Google



Riproduzione d'Autografi di minute di calcoli aritmetici. Vedi *pag.* 538, N. XLIX.

Digitized by Google

Digitized by Google

4ª MONOGRAFIA
SUL
VOLUME QUARTO DELL'EDIZIONE NAZIONALE

La materia pubblicata nel Volume Quarto si divide in tre parti: la prima riguarda l'elettrostatica, la seconda i complementi di elettromozione, e la terza la didattica.

PARTE PRIMA
ELETTROSTATICA

In questa prima parte sono pubblicati manoscritti quasi tutti inediti, che riguardano l'attività del Volta nell'elettrostatica dopo il 1783, cioè negli anni che seguirono alla pubblicazione delle memorie sul condensatore. A questo periodo di tempo appartengono anche studi sull'elettrometria, che si riannodano alle prime lettere sulla meteorologia elettrica scritte al Lichtenberg nel 1787-1788: saggi di queste ricerche elettrometriche si trovano pubblicati nel volume quinto insieme ai lavori sulla meteorologia elettrica ai quali sono strettamente collegati.

Si può dire che l'attività del Volta nel campo dell'elettrostatica, dal 1783 al 1792, rifletta un periodo di squisita preparazione sperimentale e di appassionati studi sulla elettrometria, della quale il Volta può giustamente considerarsi il fondatore: nello stesso tempo egli va rielaborando i suoi concetti sulle cause dello sbilancio elettrico, cosicchè all'aprirsi della discussione galvanica (1792), questa maturazione di idee, congiunta alle finezze sperimentali che egli è in grado di usare nello studio dei fenomeni, lo porta ben tosto a scorgere nell'azione del contatto fra corpi diversi la causa dei fenomeni galvanici, concetto timidamente e prematuramente affacciatoglisi prima del 1792.

Nella presente esposizione sintetica della prima parte del Volume quarto si riuniscono i numeri in gruppi, a seconda della natura degli argomenti in quali si riferiscono.

Digitized by Google

GRUPPO PRIMO: *Correzione dell'elettrometro a quadrante* (n. LIV).

Nel n. LIV trovasi pubblicata una lettera, in data 1784, ad uno scienziato non nominato di Ginevra; in questa lettera il Volta parla delle modificazioni da lui apportate all'elettrometro a quadrante e dei limiti entro i quali, in determinate condizioni, le indicazioni, date dall'elettrometro stesso, si possono considerare comparabili fra di loro. Quest'argomento verrà ancora ripreso più tardi in considerazione dal Volta nelle prime due lettere sulla meteorologia elettrica, che si pubblicano nel volume quinto.

GRUPPO SECONDO: *Capacità di conduttori, di dimensioni diverse, paragonate con quelle dei vetri armati* (n. LV (A.B), n. LVI).

Nel n. LV (A) sono studiate le dimensioni di un conduttore, nastriforme e cubico, avente capacità uguale a quella di un determinato numero di pollici quadrati di vetro armato.

Nel n. LV (B) sono pubblicati confronti fra le capacità di alcuni conduttori filiformi e nastriformi, e fra queste e quelle dei vetri armati: nello stesso numero sono pubblicati anche risultati riguardanti il grado elettrometrico al quale sono portate lastre e fili, quando sieno caricati con scintille fornite da un piccolo elettroforo stanco.

Nel n. LVI è pubblicata una minuta di note sul confronto delle capacità di fili e nastri, e sulla capacità dei conduttori in relazione, sia alla loro forma, sia alla presenza di altri corpi.

GRUPPO TERZO: *Sull'attuazione (od elettrizzazione per influenza)* (n. LVII, n. LXV (A.B).

Nel n. LVII trovasi pubblicata una serie di appunti e saggi di risultati e di esperienze sul grado elettrometrico segnato da un piattello affacciato ad un altro convenientemente elettrizzato.

Nel n. LXV (A B) sono pubblicati manoscritti nei quali il Volta indaga la legge secondo la quale muta il grado elettrometrico indicato da un piattello isolato e scarico, al variare della distanza alla quale gli vien affacciato un altro piattello elettrizzato, e conclude che, entro certi limiti, la tensione suscitata dall'azione delle atmosfere elettriche è, assai prossimamente, in ragione inversa della distanza che separa i piattelli.

GRUPPO QUARTO: *Studi sulla capacità, sulla condensazione e sulla comparabilità degli elettrometri* (n. LVIII).

Il n. LVIII contiene la parte principale degli studi elettrometrici che il Volta intendeva pubblicare, come ripetutamente afferma nelle sue prime lettere sulla meteorologia elettrica (che si pubblicano nel volume quinto).

Digitized by Google

In questi manoscritti il Volta ricava direttamente dai dati dell'esperienza, i rapporti intercedenti fra capacità, tensione e quantità di elettricità ed applica indi i risultati ottenuti allo studio della condensazione. Procede poi a misure elettrometriche riguardanti conduttori e bocce, ed insiste infine in particolare sulla comparabilità dei suoi elettrometri.

GRUPPO QUINTO: *Tre lettere a Martino Van Marum su proposte e discussioni di esperienze* (n. LIX).

Fra le varie proposte fatte nelle tre lettere (rispettivamente scritte in data 8 marzo 1786, 26 giugno 1786 e 15 giugno 1787) pubblicate nel n. LIX, interessa tener presente quella riguardante l'aggiunta di un condensatore alla grande macchina elettrostatica del Van Marum, quella di esperimentare l'azione delle scariche elettriche sul vapore acqueo e quella di studiare direttamente per mezzo del termometro l'effetto calorifico della scintilla elettrica. Importante è sopratutto la terza lettera, per le considerazioni che contiene le quali riguardano un concetto che corrisponde a quello di energia elettrica.

GRUPPO SESTO: *Sviluppo dell'elettricità per strofinamento, per raspamento e per contatto* (n. LXI, n. LXII, n. LXIII (A.B)).

Nel n. LXI sono pubblicate minute di risultati sperimentali riguardanti l'elettricità suscitata dalle polveri soffiate contro differenti piatti metallici.

Il n. LXII contiene la comunicazione della scoperta dell'elettrizzazione del ghiaccio per raspamento, anche quando la temperatura è superiore a zero gradi (1788-1789).

Nel n. LXIII (A.B) vi sono accenni al contatto considerato come causa di elettrizzazione.

Particolarmente importante è il n. LXIII (A), in cui è pubblicato un manoscritto, anteriore al 1792, nel quale il contatto vien considerato come causa capace di smuovere il fluido elettrico in due conduttori diversi. Il fatto che in questo manoscritto il Volta non attribuisce ancora al contatto la proprietà di mantenere lo sbilancio elettrico in opposizione alla conducibilità dei corpi deferenti posti in comunicazione, fa ritenere questo manoscritto anteriore alla questione galvanica.

È da notare come il Volta, già all'epoca dell'elettroforo, avesse accennato alla possibilità che il solo contatto, senza pressione, potesse essere causa di sbilancio elettrico (vedasi nota (*d*) nel n. XLV (I) del volume terzo).

Digitized by Google

GRUPPO SETTIMO: *Sulla distanza esplosiva e sul modo di ottenere indicazioni elettrometriche comparabili* (n. LXVI, n. LXVII (A.B), n. LXVIII (A.B.C.D).

Il n. LXVI contiene una memoria sperimentale sulle distanze esplosive, sull'elettrometro a paglie, e sul modo di ottenere indicazioni squisite e comparabili. In questa memoria il Volta enuncia ed illustra in particolare modo le seguenti due leggi, da lui stabilite con lo spinterometro.

1° A parità di tensione elettrometrica, la distanza esplosiva è sempre la stessa.

2° La distanza esplosiva varia in ragione diretta della tensione.

Dopo di aver svolto ampiamente l'argomento della costruzione e comparabilità degli elettrometri a paglie, richiama infine i risultati ottenuti per mezzo loro.

Nel n. LXVII (A.B) sono pubblicati frammenti di note, che riguardano esperienze sulla distanza esplosiva compiute coll'elettrometro a quadrante ed a pagliette.

Nel n. LXVII (A) sono pubblicati risultati di esperienze compiute coll'elettrometro a quadrante, ed in più si accenna all'applicazione di queste esperienze alla misura della coibenza di corpi.

Nel n. LXVII (B) sono pubblicati risultati di esperienze sulle distanze esplosive di pochi decimi di linea, in relazione al grado elettrometrico misurato coll'elettrometro a pagliette.

Nel n. LXVIII (A.B.C.D) sono pubblicati risultati di esperienze compiute collo spinterometro, e calcoli per la determinazione della relazione fra la tensione e la distanza esplosiva.

In particolare il n. LXVIII (A) ed il n. LXVIII (C) contengono risultati di esperienze eseguite collo spinterometro messe in relazione coi risultati delle misure delle tensioni ottenute coll'elettrometro a quadrante e coll'elettrometro a pagliette; il n. LXVIII (B) contiene una lettera al Van Marum, in data 10 Luglio 1802, in cui il Volta tratta delle distanze esplosive, della minima carica atta a dare scosse appena sensibili, e del comportamento della fiamma nei riguardi della conducibilità elettrica; il n. LXVIII (D) contiene appunti e note sprimentali, accompagnate da tabelle e computi aritmetici, dai quali emerge, in accordo coi risultati dell'esperienza, la costanza del rapporto degli incrementi che si devono dare al grado elettrometrico, affinchè la scintilla scocchi a distanze successivamente crescenti di una determinata frazione di linea.

GRUPPO OTTAVO: *Esperienze diverse* (n. LX, n. LXIV, n. LXIX).

Nel n. LX sono pubblicate note ed appunti riguardanti il più rapido disperdimento che, in determinate condizioni, subisce l'elettricità negativa in confronto della positiva. Questo fenomeno

Digitized by Google

viene studiato, sia confrontando i decrementi delle cariche (positive e negative) di un elettrometro, corrispondenti ad eguali intervalli di tempo, sia osservando gli intervalli di tempo necessari per avere eguali cadute di tensione di elettrometri, che posseggono cariche eguali di elettricità (rispettivamente positiva e negativa).

Il n. LXIV contiene una lettera a Fleurian de Bellevue (1791), in cui il Volta espone i fenomeni elettrici, che egli ha osservato, nel riscaldamento e nel raffreddamento della tormalina.

Nel n. LXIX è pubblicato un manoscritto riguardante esperienze compiute col mortaio elettrico: in questo manoscritto vengono riassunti i risultati che portano a stabilire una relazione fra le superfici dei vetri armati adoperati a dare la scarica, e le tensioni che questi devono possedere per dar luogo all'effetto richiesto.

Parte Seconda

COMPLEMENTI DI ELETTROMOZIONE

In questa parte sono raccolti lavori del Volta sull'elettromozione, che non furono pubblicati nel volume primo e secondo.

Ova si faccia astrazione da due lettere del Volta sui fenomeni elettrochimici presentati dall'acqua ritenuta pura (n. LXXX), una traccia di memoria sui fenomeni rabdomantici (n. LXXVIII), una lettera del Volta allo Zamboni sulle pile a secco (n. LXXXII), ed un'altra al Böckmann su una nuova batteria galvanica del prof. Hauff (n. LXXVII), si può dire che tutto il resto riguarda lo studio dei fenomeni elettrometrici della pila.

Il n. LXX contiene un'applicazione del condensatore alla determinazione della tensione di contatto che spetta ad una coppia della pila.

Il n. LXXI, il n. LXXII ed il n. LXXIII contengono lettere del Volta al Van Marum, rispettivamente in data 22 giugno 1802, 5 luglio 1802, 10 gennaio 1803, nelle quali il Volta descrive esperienze intese a dimostrare l'identità del fluido elettrico col fluido galvanico, insistendo in modo particolare sul confronto dei fenomeni presentati dalle batterie di grande capacità con quelli delle pile caricatrici aventi i dischi variamente umidi. L'ultima di queste lettere è di particolare importanza, perchè da essa emerge come il Volta abbia avuto la chiara intuizione dei concetti che stanno alla base di una teoria matematica della pila. In questa lettera il Volta richiama frequentemente le idee esposte nella memoria letta a Parigi (n. XXVII, volume secondo), e le considerazioni esposte nella memoria pubblicata nel n. XXX del volume secondo. È pure interessante la proposta

Digitized by Google

fatta dal Volta nella lettera pubblicata nel n. LXXII, di scomporre l'acqua colle scariche ottenute da batterie, o dalla grande macchina Teyleriana del Van Marum.

Il n. LXXIV contiene una lettera in tedesco, scritta dal Volta al Pfaff, in data 5 luglio 1802. In questa lettera il Volta applica i risultati riguardanti la proporzionalità del grado elettrometrico alla distanza esplosiva e la proprietà conduttrice della fiamma, alla spiegazione di fatti presentati dalle pile, e dopo aver accennato a fenomeni ottenuti da batterie di grande capacità e caricate con pile, insiste sulla proporzionalità del grado elettrometrico delle pile stesse al numero delle coppie che le compongono.

Il n. LXXV è una lettera in tedesco, scritta dal Volta al Gilbert, in data 10 gennaio 1803. In questa lettera il Volta si propone di esporre risultati di esperienze compiute in continuazione alle sue ricerche dirette a provare l'identità del fluido elettrico col fluido galvanico. Con svolgimenti diversi riprende ancora in considerazione argomenti che furono oggetto dell'ultima lettera al Van Marum, e che riguardano specialmente i fenomeni (scosse e scintillazioni) che si ottengono colle scariche di batterie caricate con pile aventi i bollettini variamente umidi. Termina affermando che l'intensità della scossa data dalle batterie è in ragione del loro grado elettrometrico e della loro capacità.

Il n. LXXVI è una lettera in tedesco scritta al Gilbert, in data 23 aprile 1803, nella quale il Volta, dopo aver accennato all'incompiutezza delle esperienze del Ritter sulla tensione, sulla capacità e sulla durata della carica (in merito alle quali egli invece era andato assai oltre coll'uso del condensatore e dei suoi elettrometri), si propone di completare l'esposizione dei risultati comunicati nella precedente lettera (n. LXXV). Comincia con lo stabilire la più piccola carica di un vetro armato capace di dare la minima scossa sensibile, indi determina la variazione di questa carica in rapporto alla superficie dell'armatura, ed analizza poi le caratteristiche delle scosse date da batterie di capacità diversa, le cui tensioni stieno, rispetto alle loro capacità, nello stesso rapporto in cui le cariche, dei suaccennati vetri armati, stanno rispetto alle loro superfici. Espone poi il risultato delle sue esperienze sul rapporto fra il grado elettrometrico e la distanza esplosiva, e dopo di aver parlato dell'imperfetta conducibilità dell'acqua, applica infine queste considerazioni alla spiegazione delle scariche delle torpedini nell'acqua.

Il n. LXXVII contiene una lettera in tedesco, in data 18 giugno 1803, scritta dal Volta al Böckmann, nella quale il Volta discute in merito ad una nuova batteria galvanica del prof. Hauff.

Nel n. LXXVIII è pubblicato un manoscritto nel quale il Volta combatte l'ipotesi che i fenomeni rabdomantici sieno fenomeni elettrici. In proposito vedasi pure la lettera del Volta all'Amoretti pubblicata nel n. XXXII (A) del volume secondo.

Digitized by Google

Nel n. LXXIX è pubblicata una lettera, scritta nel 1805, nella quale il Volta dà relazione all'Humboldt del lavoro, compiuto negli ultimi anni, avente per iscopo di rettificare e di determinare con maggior esattezza gli elementi di talune ricerche elettrometriche.

Nel n. LXXX (A.B) sono pubblicate due lettere del Volta all'Abate Angelo Bellani sui fenomeni elettrochimici ottenuti colla pila nella decomposizione dell'acqua, e sull'ipotesi riguardante l'esistenza del muriato nell'acqua ritenuta pura. Nella prima di queste lettere, scritta nel 1804, e pubblicata nel n. LXXX (A), il Volta espone le sue idee nei riguardi di una memoria pubblicata in proposito dal Bellani nel 1804. Il Volta si occupa dello stesso argomento nel 1806, in una lettera al Baronio, pubblicata nel N. XXXVII del volume secondo, rettamente interpretando i fenomeni presentati dalla decomposizione dell'acqua ottenuta mediante l'azione della corrente elettrica.

Nella lettera, in data agosto 1806, e pubblicata nel n. LXXX (B), il Volta ritorna a considerare gli stessi fenomeni, riaffermando in proposito le idee espresse nella lettera al Baronio.

Il n. LXXXI contiene appunti di esperienze compiute nel 1811. Queste esperienze in parte riguardano scariche di boccie caricate con pile aventi i bollettini secchi, e per il resto si riferiscono alla determinazione del grado elettrometrico che si deve dare a giare di diversa superficie, affinchè si possa ottenere da queste la minima scossa, o la scintilla appena visibile.

Il n. LXXXII contiene (in parte citate ed in parte pubblicate) lettere scritte nel 1812, dallo Zamboni al Volta, e dal Volta allo Zamboni: queste lettere riguardano la costruzione e le applicazioni delle pile a secco, in merito alle quali il Volta ricorda gli studi che egli, per primo aveva fatto parecchi anni prima del Deluc e dello Zamboni. In una lettera scritta al Volta, in data 12 settembre 1812, lo Zamboni riconosce al Volta la priorità dell'invenzione delle pile a secco.

Parte Terza

DIDATTICA

Il n. LXXXIII contiene un Saggio teorico e sperimentale di elettricità, che costituisce il corso di lezioni tenute dal Volta all'Università di Pavia, nei suoi primi due anni d'insegnamento, cioè dal 1778 al 1780. È un piccolo trattato di elettricità, pregevole per l'ordine, la precisione, la ricchezza e l'abbondanza dei particolari, e per l'impronta schiettamente personale che vi domina: in esso si riscontra la costante influenza dei concetti fondamentali svolti nelle sue due memorie scritte in latino « *De vi attractiva ignis electrici* » (1769), e « *Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus* »

Digitized by Google

(1771), pubblicate rispettivamente nel n. XLII e nel XLIII del volume terzo.

Questo Saggio di elettricità è interessante perchè, pur essendo di indole strettamente didattica, ci dà una esatta visione delle idee del Volta sull'elettrologia alla vigilia dei suoi lavori e delle applicazioni sul condensatore.

Nel capo primo di questo Saggio di elettricità, il Volta dopo aver parlato dei fenomeni coi quali l'elettricità si manifesta, accenna ai procedimenti usati per eccitarla (strofinio, avvicinamento, comunicazione con un corpo già elettrico). Indi mostra come il vario comportamento dei corpi, assoggettati a questi processi, porti a dividere i corpi stessi in due grandi classi: classe degli idioelettrici (od elettrizzabili per strofinamento) e dei simperielettrici (od elettrizzabili per comunicazione). Dopo di aver parlato dei mezzi di isolamento dei corpi, passa in rassegna i corpi usati a suscitare l'elettricità per strofinio negli idioelettrici; indaga come il calore influisca a mutare l'eccitabilità di questi, e quali condizioni favoriscano lo svolgimento dell'elettricità nello strofinamento dei medesimi. Parla poi della proprietà isolante dell'aria, dell'influenza del vapore in essa sostenuto e della variazione della proprietà coibente dell'aria in rapporto alla sua densità, ed in fine pone in luce quali sono le circostanze favorevoli, e quali le sfavorevoli, alla conservazione dell'elettricità sulla superficie dei corpi.

Il capo secondo del Saggio di elettricità tratta delle macchine elettriche: dopo aver accennato alle prime macchine, descrive i miglioramenti che successivamente vi si sono apportati, richiamando le caratteristiche delle migliori macchine, e le modificazioni che egli stesso vi ha introdotto.

Nel manoscritto al capo secondo segue un'Appendice sull'Elettroforo, che non venne pubblicata nel volume quarto perchè assorbita dalla descrizione dell'elettroforo data nel n. XLV (1) del volume terzo.

Il capo terzo di questo Saggio, riguarda la teoria dell'elettricità: in esso il Volta ritiene che tutti i fenomeni elettrici sieno dovuti ad un fluido contenuto nei corpi in dose competente alla loro natura, ed analizza le cause che lo possono sbilanciare, richiamando in proposito le idee di Franklin, e quelle che egli stesso ebbe ad esporre nella sua prima memoria latina « *De vi attractiva ignis electrici* » (pubblicata nel n. XLII del volume terzo),dove egli mirava a spiegare i fenomeni elettrici colle forze mutue, piuttosto che colle forze meccaniche. Dopo di aver parlato delle due contrarie elettricità destate nello sbilanciamento del fluido elettrico, mostra come l'ipotesi di una unica corrente di fluido elettrico, tendente a ristabilire l'equilibrio, sia sufficiente a dar ragione dei fenomeni presentati dalla macchina elettrica. Indi prende in considerazione i fenomeni elettrici luminosi, le attrazioni e le repulsioni, e tutti li coordina alla determinazione dello stato elettrico dei corpi.

Digitized by Google

1

2

3

1. Macchina elettrica di Nairne coi miglioramenti suggeriti dalle esperienze del Volta. — 2. Giara con armatura esterna a pezzi separati di varia grandezza e con conduttore interno munito di piattello sporgente dall'orifizio. — 3. Apparati per le ricerche sulla capacità dei conduttori.

Digitized by Google

Digitized by Google

Passa in rassegna i corpi che in seguito allo strofinamento si elettrizzano per eccesso, e quelli che si elettrizzano per difetto, e le circostanze che possono dar luogo ad eccezioni. Ritiene che la causa dello sbilancio elettrico, suscitato nello strofinamento, sia da attribuirsi alla variazione delle forze attrattive modificate in seguito al commovimento, che le minime parti dei corpi hanno subito nello sfregamento, mettendo in luce, in quest'ordine di fenomeni, la funzione della coibenza dei corpi che si strofinano. Infine negli ultimi paragrafi riepiloga in poche proposizioni quanto ha ampiamente esposto intorno alla teoria dell'eccitamento dell'elettricità.

Il n. LXXXIV contiene un corso di lezioni sull'elettricità tenuto dal Volta all'Università di Pavia, non prima del 1784.

In questo Compendio di elettricità si presentano riassunte quelle parti che nel precedente corso mostravano una soverchia influenza delle citate memorie latine, mentre vi sono ampiamente svolte quelle che riguardano i concetti esposti nella memoria sul Condensatore (1782).

Nell'Edizione Nazionale sono posti in luce i raccordi fra questo corso e numerosi altri precedenti, che risultano da esso assorbiti. Il primo abbozzo di questo corso si trova in una breve trattazione che fu dettata dal Volta a Madame Lenoir de Nanteuil nel 1782 a Parigi. Nella prima delle tre sezioni nelle quali si divide il Compendio di elettricità pubblicato nell'Edizione Nazionale, e cioè in quella nella quale sono considerati i fenomeni dell'elettricità artificiale, il Volta comincia coll'esposizione della parte generale, usando in proposito un metodo più sintetico e sperimentale di quello adoperato nella trattazione della corrispondente parte nel Saggio di elettricità (pubblicato nel precedente numero): indi continua con una particolareggiata descrizione dell'elettrometro, seguita da un ampio svolgimento dei concetti riguardanti la capacità dei conduttori, l'azione delle atmosfere elettriche, la capacità dei conduttori coniugati, le proprietà del condensatore; e dopo di aver parlato della virtù delle punte e della carica e scarica delle lamine isolanti, termina con una descrizione dell'elettroforo.

Nella sezione seconda, il Volta parla dell'elettricità naturale, della sua origine, dei fulmini, dei lampi, dei parafulmini, e di alcuni fenomeni che si attribuiscono all'elettricità naturale.

Nella sezione terza il Volta parla dell'elettricità animale, ed in particolare di quella della torpedine e dell'anguilla tremante.

Nel n. LXXXV è pubblicato un piano didattico (steso nel 1795) riguardante lo svolgimento del programma di elettricità e magnetismo.

Nel n. LXXXVI (A.B) sono pubblicati frammenti di lezioni teoriche e sperimentali sull'elettricità.

Digitized by Google

Digitized by Google

1 3

2

1. Macchina elettrica su castello di legno abbrustolito. — 2. Bottiglie di Leida tascabili costruite alla maniera di Tiberio Cavallo. — 3. Giare elettriche.

Digitized by Google

Digitized by Google

5ª MONOGRAFIA

SUL

VOLUME QUINTO DELL'EDIZIONE NAZIONALE

Gli studi del Volta sulla Meteorologia elettrica si riannodano strettamente a quelli sull'Elettrostatica, seguendone lo svolgimento e spesso ricavandone delle applicazioni, sia per la costruzione di istrumenti sempre più sensibili, sia per la generalizzazione di esperienze dirette a provare fenomeni la cui interpretazione era posta a base della teoria dell'elettricità atmosferica.

Si può dire che il Volta sin dai suoi primi studi sull'elettricità, ebbe ad occuparsi sempre di questioni riguardanti la Meteorologia elettrica, quando queste, direttamente od indirettamente, presentavano punti di contatto cogli argomenti che erano oggetto dei suoi studi.

Le prime tracce delle idee del Volta su vere e proprie questioni di Meteorologia elettrica, si notano nella prima Memoria scritta dal Volta in latino, « *De vi attractiva ignis electrici* », pubblicata nel 1769 (vedasi il n. XLII del Volume terzo).

In questa Memoria il Volta, occupandosi da un punto di vista teorico dell'elettricità atmosferica, riteneva che questa ripetesse le sue origini dalle alterazioni che avvengono nei corpi posti sulla terra e nell'atmosfera. Queste alterazioni mutando le forze rispettive che i corpi esercitano sulle quantità di fluido elettrico naturalmente contenute in essi, determinano secondo il Volta, il fluido elettrico stesso a fluire, ora dalla terra nell'aria, e dall'aria verso le nubi, ora da queste verso la terra.

Poco più tardi, nella lettera al Priestley (1775) sull'Elettroforo (n. XLV (B), Volume terzo), il Volta si propone di innalzare sulla sommità dello scudo di questo un'asta contro le nuvole, allo scopo di involare e fissare, in seno all'Elettroforo stesso, il fuoco elettrico di quelle.

Di Meteorologia elettrica il Volta si occupa pure mentre va studiando le proprietà dell'aria infiammabile: infatti nella lettera quinta al Padre Campi, in data 8 Gennaio 1777 (che si pubblica nel Volume sesto), a semplice titolo di congettura, il Volta non esclude che

Digitized by Google

l'aria infiammabile salendo nelle alte regioni dell'atmosfera, possa essere infiammata da scintille elettriche dovute all'elettricità atmosferica, dando luogo in tal modo ai fenomeni dei lampi diffusi, ed ai chiarori delle atmosfere boreali; presenta, ripeto, queste idee a titolo di semplici congetture, che ben tosto abbandona, come risulta da una lettera inedita al Bondioli pubblicata nel n. XCIV (B) di questo volume.

Una più ampia trattazione di questioni sulla Meteorologia elettrica, si ha nella lettera al De Saussure (1778) « *Osservazioni sulla capacità dei conduttori elettrici* » pubblicata nel n. XLVII (A) del Volume terzo. In questa Memoria, in forma epistolare, dopo di aver cercato di dare l'idea del gran potere di una nuvola fulminante, il Volta si compiace di avere, colle considerazioni precedentemente esposte nella stessa Memoria, risolto il problema proposto dal Giornale di Fisica del Rozier (Gennaio 1777), nel quale si domandava se l'elettricità naturale avesse l'indole della carica di un semplice conduttore, o piuttosto quella di una bottiglia di Leida.

Nei suoi lavori sul condensatore (1780-1782), il Volta si propone l'uso di questo nello studio dell'elettricità atmosferica, in special modo quando questa è debole affatto, od impercettibile (1); ed è anzi coll'aiuto del condensatore che il Volta studia come l'evaporazione dia luogo a sviluppo di elettricità, ponendo questo fenomeno a base della sua teoria sull'elettricità atmosferica.

Si disse come lo studio della meteorologia elettrica sospingesse il Volta a perfezionare gli istrumenti fondamentali della elettrometria. Infatti gli studi sulla costruzione e comparabilità degli elettrometri a paglie, e l'accoppiamento di questi al condensatore, sono esposti nelle lettere sulla Meteorologia elettrica pubblicate nel n. XCII di questo volume quinto.

Per quanto riguarda le idee fondamentali del Volta sulla Meteorologia elettrica, si può dire che esse sono esposte in sei lettere scritte dal Volta in francese nel 1787 ed indirizzate al Lichtenberg. Di queste sei lettere, le prime cinque (che furono dal Volta realmente inviate al Lichtenberg) tradotte dallo stesso Volta in italiano, ampliate e rifuse, diedero luogo a sei altre lettere (pure indirizzate al Lichtenberg) che vennero alla luce la prima volta negli anni 1788-1789: queste sei lettere in italiano sono ora pubblicate nel n. LXXXIX (A, B, C, D, E, F) di questo volume.

L'ultima delle sei lettere scritte in francese al Lichtenberg nel 1787, non fu dal Volta inviata al destinatario, ed è pubblicata

(1) Vedasi in particolare il paragrafo 23 della « *Memoria sul condensatore* » pubblicata nel n. LI del Volume terzo, e la nota che trovasi posta in corrispondenza allo stesso paragrafo, nella quale il Volta accenna alle osservazioni che egli ha compiute sull'elettricità atmosferica, coll'aiuto del condensatore, nella notte dal 28 al 29 Luglio 1780, in occasione di una bellissima aurora boreale.

Digitized by Google

nel n. XC del volume quinto: questa lettera, tradotta in italiano e rifusa colla trattazione di parti nuove, diede luogo ad altre quattro lettere dirette al Lichtenberg (1789-1790), alla dissertazione sulla grandine (1806), ed alla memoria sul periodo dei temporali (1816): questi lavori sono pubblicati rispettivamente nel n. XCII (A, B, C, D), nel n. IC e nel n. CII del Volume quinto.

Appartengono alla Meteorologia elettrica gli studi del Volta, che si pubblicano in questo volume, sulle stelle cadenti e sui bolidi n. LXXXVIII (1786), n. CI (1812), quelli sulle aurore boreali n. XCIV (1791), sui parafulmini n. LXXXVII, n. XCVI, n. C, sugli Osservatori n. XCV (1791, 1794), sull'elettrometro ad uso di igrometro n. XCIII (1790), e su questioni varie n. XCI, n. XCVII, n. XCVIII, n. CIII.

Dopo queste sommarie considerazioni generali, passiamo ora ad una esposizione analitica del contenuto del Volume quinto.

Nel n. LXXXVII è pubblicato un manoscritto inedito in cui il Volta parla dell'efficacia di un sistema di parafulmini collocato a difesa del Palazzo Comunale di Siena, esponendo in pari tempo le sue idee generali nei riguardi di questi mezzi di difesa, ed applicandole al caso particolare preso in considerazione.

Nel n. LXXXVIII è pubblicata una lettera inedita, in data 28 settembre 1786, sulla inammissibilità dell'origine elettrica dei bolidi e delle stelle cadenti. Dal testo della lettera non risulta il nome della persona alla quale era inviata: si ha però ragione di ritenere che essa fosse indirizzata all'Abate Anton Maria Vassalli, autore di una « *Memoria sopra il bolide degli* 11 *Settembre* 1784, *e sopra i globi di fuoco in generale* », (Torino 1786).

In questa lettera il Volta comincia coll'esporre le caratteristiche del fenomeno delle stelle cadenti, e le confronta con quelle dei fenomeni elettrici, rilevandone le discordanze. Discute le pretese modificazioni che il fluido elettrico dovrebbe subire per dar luogo ai fenomeni delle stelle cadenti; espone le ragioni che lo inducono a non ammettere le modificazioni, per le quali il fluido elettrico cesserebbe di essere tale, dovendo operare, nei nuovi fenomeni, diversamente da quel che suole. Ritiene quindi che i fulmini sieno veri e propri fenomeni elettrici, che le aurore boreali siano anch'esse tali, ma esclude assolutamente che le stelle cadenti sieno dei fenomeni elettrici, attribuendole piuttosto ad accensioni di materia infiammabile.

Passando a considerare i bolidi, espone ed illustra con ricchezza di particolari, le obbiezioni all'ipotesi della loro origine elettrica, mostrando come si possano piuttosto attribuire a combustione di materie infiammabili, pure non celandosi le difficoltà di questa opinione sulla quale si propone di ritornare in un'altra lettera. Dopo di aver esposto considerazioni varie sulla meteorologia elettrica,

Digitized by Google

sul fulmine e sulle aurore boreali considerate come fenomeni elettrici, finisce facendo notare come la scienza elettrica possa avanzare e perfezionarsi quando si mantengono ferme e costanti le leggi stabilite con indefesse osservazioni, mentre volendo piegare queste leggi a modificazioni arbitrarie, se ne impedisce il vero progresso.

Nel n. LXXXIX (A, B, C, D, E, F) è pubblicato un gruppo di lettere (dal 1788 al 1789) dirette al Lichtenberg, nelle quali il Volta dopo di aver trattato della costruzione e dell'uso dei suoi elettrometri comparabili, delle proprietà delle fiamme e dell'applicazione all'elettrometro atmosferico, espone le sue idee sull'origine dell'elettricità atmosferica.

Per quanto riguarda le notizie sulle fonti di queste lettere, vedasi quanto si è detto nella parte generale che precede l'esposizione analitica degli argomenti svolti in questo volume.

Nel n. LXXXIX (A) è pubblicata la prima di queste lettere al Lichtenberg (edita nel gennaio-febbraio del 1788), nella quale il Volta dopo di aver accennato alle sue esperienze eudiometriche, espone i perfezionamenti da lui recati all'elettrometro di Cavallo (che era già stato modificato dal De Saussure), insiste sui particolari della costruzione dei suoi elettrometri a paglie, sulla loro comparabilità coll'elettrometro a quadrante (pure da lui perfezionato), e sulla opportunità di una serie di quattro istrumenti di misura (due microelettrometri a paglie e due elettrometri a quadrante), le cui indicazioni stieno fra loro in un rapporto ben determinato. Indi dopo di aver accennato ad un progetto di elettrometro a bilancia, parla dei risultati delle esperienze eseguite unendo all'elettrometro il condensatore, e termina infine col calcolo del potere di condensazione del condensatore adoperato.

Nel n. LXXXIX (B) è pubblicata la seconda lettera al Lichtenberg (edita nel marzo-aprile 1788), nella quale il Volta dopo di aver fatto osservare che l'elettroscopio a foglie d'oro usato dal Bennet non dà indicazioni comparabili, e dopo di aver richiamati i risultati esposti nella lettera precedente sulla comparabilità dei quattro istrumenti elettrometrici (due microelettrometri a paglie e due elettrometri a quadrante), passa a determinare il grado fondamentale che deve servire come unità di misura nella graduazione del suo elettrometro a quadrante, esponendo le ragioni per le quali preferisce in questi suoi procedimenti, l'attrazione alla repulsione. Indi, dopo di aver richiamato le modificazioni portate dal De Saussure all'elettrometro stesso, ed i risultati conseguiti dal De Saussure nello studio della Meteorologia elettrica, descrive un ulteriore perfezionamento da lui introdotto, collocando una fiamma all'estremità dell'asta unita all'elettrometro, e dimostra come i segni elettrici, che in tal modo si ottengono, sieno dovuti non all'elettricità di pressione (come nel caso dell'elettrometro del De Saussure), ma all'elettricità realmente assorbita dalla fiamma: termina la lettera coll'esporre i risultati ottenuti con questa nuova disposizione.

Digitized by Google

Nel n. LXXXIX (C) è pubblicata la terza lettera indirizzata al Lichtenberg (edita nel maggio-giugno del 1788).

Nella prima parte di questa lettera il Volta si diffonde sull'uso del condensatore unito all'elettrometro a fiammella adoperato nello studio dell'elettricità atmosferica. Indi passa alle esperienze ed alle osservazioni compiute coi conduttori Frankliniani, con e senza il condensatore, ne discute i risultati, confrontandoli con quelli che aveva ottenuto il Saussure, e termina questa prima parte riassumendo i procedimenti adoperati e precisando l'uso del condensatore nello studio dell'elettricità atmosferica.

Nella seconda parte di questa lettera il Volta illustra l'importanza dell'aggiunta della fiammella all'elettrometro, descrive le varie disposizioni da lui usate nell'elettrometro atmosferico portatile ed a lanterna, esponendone gli usi ed i vantaggi, ed infine termina coll'esporre un saggio di risultati di osservazioni compiute.

Nel n. LXXXIX (D) è pubblicata la quarta lettera indirizzata al Lichtenberg (edita nel settembre-ottobre 1788).

In questa lettera il Volta si propone, coll'uso del suo elettrometro a fiamma e del condensatore, di studiare lo svolgimento dell'elettricità nel fenomeno della condensazione dei vapori acquosi sviluppati in una sala da una caldaia; ed esprime il proprio convincimento che in tale fenomeno si debbano presentare segni di elettricità positiva: la realizzazione di questa esperienza porrà, secondo il Volta, il suggello alla sua teoria sull'origine dell'elettricità atmosferica fondata sulle sue scoperte del 1782 (1). Passa indi a confrontare il potere delle punte con quello della fiamma, e dimostra la superiorità di quest'ultima nella ricerca delle tenui tracce d'elettricità; e dopo di aver posto in luce come nell'elettrometro ad asta, si hanno solo segni di elettricità di pressione, mentre in quello a fiammella si ha la misura del grado dell'elettricità reale dello strato d'aria ove giunge la fiamma stessa, termina con considerazioni riguardanti la quantità dell'elettricità atmosferica. In una nota posta in principio a questa lettera, il Volta afferma la priorità delle sue esperienze sull'applicazione della fiamma all'elettrometro.

Nel n. LXXXIX (E) è pubblicata la quinta lettera indirizzata al Lichtenberg (edita nel novembre-dicembre 1788).

In questa lettera il Volta dopo aver richiamati i vantaggi e le applicazioni della fiamma nella Meteorologia elettrica afferma, con prudenti riserve, la possibilità dell'applicazione delle fiamme stesse per attenuare, in taluni casi, l'elettricità non furiosa dei temporali.

(1) In nota a questa lettera il Volta informa del pieno successo delle progettate esperienze: per quanto riguarda le scoperte del 1782 alle quali il Volta accenna, vedasi l'Appendice alla Memoria sul condensatore, pubblicata nel n. LI del Volume terzo.

Digitized by Google

Nella seconda parte di questa lettera il Volta mette in luce la mancanza nei popoli antichi, di cognizioni sulla Meteorologia elettrica, ed in particolare di quelle riguardanti le proprietà delle fiamme e delle punte.

Nel n. LXXXIX (F) è pubblicata la sesta lettera diretta al Lichtenberg (edita nel Gennaio-Febbraio 1789). In questa lettera il Volta, richiamandosi alle sue scoperte del 1782, riguardanti lo sviluppo dell'elettricità nell'evaporazione, descrive le disposizioni usate e le precauzioni necessarie per avere segni elettrici nelle combustioni e nelle evaporazioni, indi illustra la sua concezione, secondo la quale in ogni volatilizzazione il corpo che passa allo stato aereo acquista una maggiore capacità elettrica, ed infine riespone la sua teoria sull'origine dell'elettricità atmosferica, che egli ritiene essere dovuta all'evaporazione giornaliera.

Nel n. XC è pubblicata una lettera in francese, scritta nel 1787 e diretta dal Volta al prof. Lichtenberg in continuazione ad altre cinque lettere esse pure scritte in francese. Tali cinque lettere sono quelle che, tradotte, rifuse ed ampliate dallo stesso Volta, dettero origine alle sei lettere pubblicate nel n. LXXXIX (A, B, C, D, E, F).

Nella lettera pubblicata al n. XC il Volta tratta dello svolgimento dell'elettricità negativa dovuta alla spruzzaglia delle cascate d'acqua, e discute le sue ipotesi sull'origine dell'elettricità atmosferica e sui fenomeni a questa inerenti: indi espone le sue idee sulla formazione della grandine, sul periodo dei temporali, sulle correnti d'aria discendenti e sui venti locali che seguono a piogge che cadono in regioni non estese.

Salvo l'ultima parte, che riguarda taluni movimenti d'aria che sono in relazione a determinati fenomeni meteorologici, tutto il resto, tradotto dal Volta in italiano, completato coll'aggiunta di parti nuove, spesso rifuso e sviluppato, diede luogo al secondo gruppo di lettere al Lichtenberg, n. XCII (1789-1790), alla dissertazione sulla grandine, n. IC (1806), ed alla Memoria sul periodo dei temporali, n. CII (1817), ed infine fornì anche materia a vari discorsi accademici, il cui contenuto è assorbito dalle precitate lettere e memorie.

Nel n. XCI è pubblicata una lettera al Van Marum, in data 23 luglio 1789, nella quale il Volta comincia col richiamare proposte di esperienze elettriche fatte in lettere precedenti, e dopo di averne consigliate delle altre, accenna ai risultati da lui conseguiti nello studio della Meteorologia elettrica (e consegnati nelle sue lettere al Lichtenberg), ed infine parla dello svolgimento dell'elettricità che si ottiene raschiando il ghiaccio ed il carbone.

Nel n. XCII (A, B, C, D) sono pubblicate quattro lettere dirette al Lichtenberg (edite nel 1789-1790),nelle quali il Volta svolgendo più ampiamente quanto aveva esposto nella lettera al Lichtenberg pubblicata nel n. XC, tratta dello svolgimento dell'elettricità negativa nelle cascate d'acqua, ridiscute le sue idee sull'origine dell'elet-

Digitized by Google

tricità negativa delle piogge e delle nubi, e termina accennando alla sua teoria elettrica della grandine.

Nel n. XCII (A) è pubblicata la lettera settima al Lichtenberg (edita nel 1789), nella quale il Volta parla della scoperta del Tralles, riguardante lo svolgimento dell'elettricità negativa dovuta alla spruzzaglia sollevata nelle cascate d'acqua. Combatte l'ipotesi del Tralles, che ravvisava la causa del fenomeno nell'attrito delle goccioline d'acqua coll'aria, ed in base alle sue concezioni (che il vapore elastico possegga una capacità elettrica maggiore dell'acqua), interpreta i fatti osservati, attribuendoli all'evaporazione dell'acqua finamente suddivisa nelle goccioline della spruzzaglia, ed illustra poi queste sue idee con considerazioni sul calore latente posseduto dai vapori elastici.

Nel n. XCII (B) è pubblicata l'Addizione alla lettera settima al Lichtenberg (edita nel 1789), nella quale il Volta, dopo aver richiamato l'ipotesi del Tralles, che aveva combattuto nella lettera precedente, fa osservare come i risultati di nuove esperienze da lui compiute (riguardanti i segni di elettricità ottenuti col leggero strofinio delle polveri di corpi non perfetti conduttori) lo indurrebbero ora a temperare la sentenza troppo decisa, che aveva pronunciato sulla detta ipotesi nella precedente lettera. Dopo di aver discusso, se lo svolgimento dell'elettricità nell'evaporazione sia dovuta alla maggiore capacità elettrica del fluido elastico, od allo strofinamento di questo con l'aria, mostra di ritenere ancora che la prima ipotesi abbia il sopravvento, concludendo però, che anche in caso contrario rimarrebbe sempre vera la parte essenziale della sua teoria, e l'applicazione immediata alla elettricità atmosferica.

Nel n. XCII (C) è pubblicata la lettera ottava diretta al Lichtenberg (edita nel 1789), nella quale il Volta mostra come la scoperta del Tralles, che fu oggetto di esposizione nelle precedenti lettere, permetta di dar ragione dell'elettricità negativa che generalmente accompagna le piogge, e dopo di aver discusso dell'elettricità negativa spesso presentata dalle nubi, e delle possibili obbiezioni che si potrebbero muovere all'ordine di idee che ha sostenuto, termina parlando del gioco delle nuvole nella formazione dei temporali.

Nel n. XCII (D) è pubblicata la lettera nona al Lichtenberg (edita nel 1790). In questa lettera il Volta, dopo essersi chiesto d'onde venga il freddo necessario ad agghiacciare le nuvole che dànno la grandine, prende in considerazione le seguenti due ipotesi, che furono affacciate per spiegare il fenomeno.

I. — Il freddo necessario proviene da una grande massa d'aria, che dalle alte e fredde regioni dell'atmosfera cala sulle nubi temporalesche.

II. — I piccoli grani di grandine possono essersi formati a grandi altezze, ed appena abbozzati discendere in basso, e per la bassissima temperatura che hanno, rivestirsi di croste di ghiaccio a spese del vapore acqueo degli strati inferiori.

Digitized by Google

Dopo di aver discusso queste due ipotesi, e poste in luce le considerazioni per le quali esse non possono essere accettate, il Volta espone sommariamente la sua ipotesi, secondo la quale il raffreddamento richiesto è dovuto alla evaporazione straordinariamente rapida, causata:

1° dall'azione dei raggi solari che investono la parte superiore della nube temporalesca;

2° dall'aria secca sovraincombente alla nube;

3° dall'elettricità che accresce la forza espansiva e repulsiva delle vescichette che compongono la nube.

Nel n. XCIII è pubblicata una Memoria (edita nel 1790), nella quale il Volta mostra come la durata della dissipazione della carica di un elettrometro, facilitata ove occorra dal contatto con un imperfetto conduttore, possa fornire gli elementi per la misura dell'umidità atmosferica.

Il n. XCIV (A, B) tratta il fenomeno dell'aurora boreale, in due lettere al Dottor Bondioli.

Nel n. XCIV (A) è pubblicata la prima lettera al Dottor Bondioli (in data autunno 1791, ed edita nel 1792), nella quale, dopo di aver richiamato le sue scoperte sull'origine dell'elettricità atmosferica, e le applicazioni che egli ne ha fatto alla Meteorologia elettrica, passa a considerare le ipotesi e le obbiezioni riguardanti le aurore boreali, considerate come fenomeni eventualmente dipendenti dall'elettricità atmosferica.

Nel n. XCIV (B) è pubblicata la minuta (inedita) della seconda lettera al Dottor Bondioli, promessa nella chiusa della lettera precedente. In questa seconda lettera il Volta, rifiutata l'opinione (che fu in parte anche sua), secondo la quale i lampi e le aurore boreali sarebbero dovuti all'accendersi dell'aria infiammabile salita nelle alte regioni dell'atmosfera, attribuisce le aurore boreali a fenomeni elettrici che conseguono a trascorrimenti e versamenti dell'atmosfera solare nella terrestre.

Nel n. XCV (A, B, C) è pubblicato un gruppo di manoscritti nei quali il Volta descrive come deve essere un Osservatorio Meteorologico, di quali istrumenti fornito, con quali attenzioni si devono fare le rispettive osservazioni, con quale frequenza, ordine e metodo, ed in qual maniera le osservazioni devono essere registrate: lamenta poi la scarsezza delle osservazioni meteorologiche in Italia, ed indica città e luoghi dove si potrebbero compiere osservazioni preziose per la meteorologia. Tutta questa materia si trova distribuita nei seguenti tre numeri:

Il n. XCV (A). Prospetto di un compìto Osservatorio meteorologico (23 agosto 1791).

Il n. XCV (B). Discorso sugli istrumenti meteorologici e maniera di fare con essi le osservazioni giornaliere (4 giugno 1793).

Il n. XCV (C). Discorso sugli istrumenti meteorologici, sulla

Digitized by Google

maniera di fare regolarmente le osservazioni e formare un compìto giornale (15 maggio 1794).

Nel n. XCVI è pubblicato un gruppo di manoscritti inediti, sull'origine, sulla teoria e pratica applicazione dei parafulmini. In questo gruppo di manoscritti, dopo una breve introduzione sulle proprietà del fluido elettrico e sulle analogie della scarica elettrica col fulmine, il Volta passa alla descrizione dei parafulmini, delle loro varie parti, ed espone le avvertenze generali e particolari che riguardano il loro collocamento, in relazione alla natura, alle dimensioni ed all'ubicazione dell'edificio che deve essere da essi protetto: indi insiste sulla necessità del collegamento dei parafulmini colle armature metalliche dell'edificio e sull'importanza di una buona messa a terra del conduttore che parte dai parafulmini stessi; e termina con considerazioni sull'utilità di questo mezzo di difesa, e colla descrizione dei danni recati dai fulmini.

Nel n. XCVII è pubblicata una lettera inedita (scritta nel 1802), nella quale il Volta, rispondendo ad una precedente lettera del Consigliere Ministro degli Affari Interni della Repubblica Italiana (il quale lo aveva invitato a studiare il fenomeno dei terremoti « *per poter indicare uno sfogo artificiale alle minacce della natura, o altrimenti dissipare i timori* »), espone le proprie idee intorno alla natura dei terremoti, i quali non sono da lui ritenuti di origine elettrica.

Nel n. XCVIII è pubblicata una lettera ad uno scienziato non nominato, nella quale il Volta parla di fenomeni presentati dal Lago di Como, ed accenna ad argomenti vari riguardanti la meteorologia elettrica e le proprietà dei vapori.

Nel n. IC è pubblicata la Memoria sulla grandine (edita nelle Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano nel 1806). Si tratta di un più ampio ed organico svolgimento di un argomento che già si trova trattato (per quanto incompletamente) nella lettera scritta in francese dal Volta nel 1787, ed indirizzata al Lichtenberg (vedasi il n. XC del volume quinto).

La Memoria della grandine pubblicata in questo numero, si presenta divisa in tre parti.

Nella prima il Volta si chiede quali possano essere le cause del raffreddamento che agghiaccia le nubi apportatrici di grandine, e le ravvisa nella copiosa evaporazione che soffrono le nubi, dovuta:

1° all'azione dei raggi solari;
2° alla grande rarefazione e siccità dell'aria sovraincombente alla nube;
3° alla particolare disposizione dei vapori vescicolari a risolversi in vapori elastici;
4° all'elettricità che favorisce in modo particolare qualunque evaporazione.

Dopo aver discusso delle azioni di queste quattro cause e della coordinazione dei loro effetti, il Volta parla della formazione del chicco

Digitized by Google

di grandine, ponendo in luce come, secondo la sua ipotesi, nascano le prime stellette di neve, come queste danzino sulla superficie della nube che le ha generate, e come ciò dia luogo alle successive incrostazioni di ghiaccio attorno a quel primitivo nocciolo. Espone indi considerazioni sull'ipotesi di un solo strato di nubi elettrizzato, o di due strati oppostamente elettrici, e discute l'obbiezione riguardante la troppo regolare disposizione che sembrerebbe richiesta per questi strati.

Nella seconda parte della Memoria il Volta discute e mette in luce, in base alle ipotesi che ha precedentemente avanzate, come si formino, come si sviluppino e come si ricoprano di incrostazioni di ghiaccio i primi fiocchetti di neve costituenti l'embrione del chicco di grandine.

Nella terza parte il Volta discute la sua ipotesi, scomponendola nelle seguenti due parti:

1ª — Esistenza di due strati di nubi sovrapposti ed oppostamente elettrizzati.

2ª Danza dei fiocchi di neve fra i due strati.

Nel n. C è pubblicata una lettera, in data 27 agosto 1807, scritta dal Volta a Francesco Torriceni, che lo aveva richiesto del suo giudizio a proposito dell'applicazione di un parafulmine su di un edificio pubblico di Brescia. In questa lettera sono richiamati i concetti e le considerazioni svolte nei manoscritti pubblicati nel n. XCVI, con particolare riguardo al caso che è oggetto di discussione.

Nel n. CI è pubblicata la redazione inedita di un discorso sulle stelle cadenti e su altri fenomeni « *che malamente ed a forza si vogliono tirare all'elettricità* ». Dai manoscritti risulta che la redazione di questo discorso, recitato nel 1812, assorbe quella di un altro discorso tenuto nel 1790.

Nella prima parte di questo discorso il Volta dimostra l'inammissibilità dell'origine elettrica dei bolidi e delle stelle cadenti, richiamando in proposito le considerazioni svolte nel n. LXXXVIII.

Nella seconda parte dimostra la convenienza dell'ipotesi cosmica del Cladini, a spiegare il fenomeno dei bolidi e delle stelle cadenti.

Nel n. CII è pubblicata una lettera al Configliachi sul periodo dei temporali. Salvo varianti, questa Memoria, di forma epistolare, edita nel 1817, si può considerare come la traduzione di parte della lettera scritta in francese al Lichtenberg nel 1787 e pubblicata nel n. XC.

In questa Memoria il Volta parla del periodo giornaliero e locale dei temporali, il quale si deve attribuire ad una modificazione indotta nell'aria da un precedente temporale e sarebbe dovuta:

1° ad un particolare e permanente stato elettrico della colonna d'aria nella quale ha avuto luogo un temporale;

2° ad un raffreddamento considerevole degli strati d'aria superiori.

Digitized by Google

Analizza le cause che determinano queste condizioni e gli effetti che seguono, i quali concorrono a favorire quel periodo locale e giornaliero che, in determinate condizioni, i temporali dimostrano di avere. Indi parla del vento freddo e secco che segue dopo parecchie ore ai temporali che portarono grandine, ponendo in chiaro come lo spirare di questo vento rompa il ciclo dei temporali.

Nel n. CIII è pubblicata una lettera scritta al Marzari, in data 8 luglio 1823, nella quale il Volta esprime il suo giudizio sfavorevole nei riguardi dell'efficacia dei paragrandine.

Il manoscritto di questa lettera non è di mano del Volta, ma porta solo la sua firma e qualche correzione autografa.

Nello stesso n. CIII è pubblicata un'altra lettera del Volta, in data 25 luglio 1823; pochi giorni dopo, e cioè col 28 luglio 1823, egli veniva colpito da un leggero colpo apoplettico, dal quale tosto si riaveva per le sollecite cure prodigategli.

Il sommo fisico moriva quattro anni dopo, il 5 marzo 1827.

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTA

SUL

VOLUME SESTO DELL'EDIZIONE NAZIONALE

Il Volume Sesto, che probabilmente sarà diviso in due Tomi, conterrà i lavori del Volta sulle Arie infiammabili, sull'Eudiometria, sulla Chimica, sul Calore, sull'Evaporazione, sull'Uniforme dilatazione dell'aria pel calore e sulle Tensioni dei vapori saturi.

I corrispondenti Indici saranno pubblicati in un supplemento al presente volume, e ad essi sarà unita la solita relazione espositiva del Tomo al quale si riferiscono. Questo supplemento comparirà non appena saranno ultimati gli studi ed i lavori necessari per la pubblicazione del Volume Sesto dell'Edizione Nazionale.

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE GENERALE DEI VOLUMI
DELL'EDIZIONE NAZIONALE
DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA

INDICE DEL VOLUME I°

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA ..... Pag. VII

AL LETTORE ..... » IX

INDICE DELLE TAVOLE ..... » XXVI
INDICE DELLE FIGURE ..... » ivi
ABBREVIAZIONI ..... » XXVII
AVVERTENZE ..... » XXVIII

1792, *3 aprile*.
I. LETTERA SOPRA L'ELETTRICITÀ ANIMALE AL DOTT. BARONIO .... Pag. 1
LETTERA A M.ME LE NOIR DE NANTEUIL *(Note ed Aggiunte)* » 8
1792, *5 maggio*.
II. MEMORIA PRIMA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE. Discorso recitato nell'aula dell'Università di Pavia in occasione di una promozione ..... » 13
1792, *14 maggio*.
III. MEMORIA SECONDA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE ..... » 41
1792.
IV. ADDIZIONE ALLA MEMORIA SECONDA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE. » 77
1792, *20 aprile-5 maggio*.
V. GIORNALE DELLE SPERIENZE SULLA SENSIBILITÀ ELETTROSCOPICA DELLE RANE ..... » 83
VI. PREPARAZIONE DELLE RANE PER LE SPERIENZE DELL'ELETTRICITÀ ANIMALE, OSSIA SPONTANEA ..... » 101
1792, *estate*.
VII. RISPOSTA ALLA DOMANDA DELL'ABATE TOMMASELLI ..... » 111
VIII. DUE LETTERE A MARTINO VAN MARUM:
1792, *30 agosto*.
(*A*) LETTERA PRRIMA, da Como ..... » 119
1792, *11 ottobre*.
(*B*) LETTERA SECONDA ..... » 131

Digitized by Google

1792, *novembre.*
IX. NUOVE OSSERVAZIONI SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE ..... Pag. 143
1792, *24 novembre.*
X. MEMORIA TERZA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE, compresa in alcune lettere: (LETTERA 1ª AL SIG. ALDINI professore a Bologna). » 149
1792, *(fine).*
XI. OBSERVATIONUM CIRCA ELECTRICITATEM ANIMALEM SPECIMEN. » 163
XII. ACCOUNT OF SOME DISCOVERIES MADE BY MR. GALVANI OF BOLOGNA, with Experiments and Observations on them. In two letters to Mr. TIBERIO CAVALLO (e seguito):
1792, *13 settembre.*
(A) LETTERA PRIMA ..... » 169
1792, *25 ottobre.*
(B) LETTERA SECONDA ..... » 185
1793, *20 maggio.*
(C) SEGUITO in forma di lettera particolare a TIBERIO CAVALLO, da Pavia ..... » 199
(D) SEGUITO in forma di Memoria ..... » 215
1795, *30 marzo.*
XIII. LETTERA AL CAV. BANKS, da Pavia ..... » 249
XIV. NUOVA MEMORIA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE, in alcune lettere al Sig. Ab. ANTON MARIA VASSALLI:
1794, *10 febbraio.*
(A) LETTERA PRIMA ..... » 261
1794.
(B) LETTERA SECONDA ..... » 269
1795, *27 ottobre.*
(C) LETTERA TERZA, da Como ..... » 287
1795, *20 dicembre.*
(D) LETTERA QUARTA, da Pavia ..... » 313
1795, *autunno.*
(E) LETTERA QUINTA, da Como ..... » 327
1795, *13 aprile.*
XV. LETTERA AD ORAZIO DELFICO, da Pavia ..... » 335
XVI. LETTERE AL PROF. FRANCESCO MOCCHETTI:
1795, *5 giugno.*
(A) LETTERA PRIMA ..... » 345
1795, *agosto.*
(B) LETTERA SECONDA ..... » 359
1796, *29 gennaio.*
XVII. LETTERA AD ANTON MARIA VASSALLI, da Pavia ..... » 387
XVIII. SUL GALVANISMO, OSSIA SULL'ELETTRICITÀ ECCITATA DAL CONTATTO DE' CONDUTTORI DISSIMILI. Tre lettere al professor GREN di Halla, ed APPENDICE:
1796, *1 agosto.*
(A) ESTRATTO DI LETTERA ..... » 393
1796, *agosto.*
(B) LETTERA SECONDA ..... » 415
1797, *marzo.*
(C) LETTERA TERZA ..... » 433

Digitized by Google

1797-1799.
(D) FRAMMENTI DI APPUNTI E RISULTATI DI ESPERIENZE SULLA FORZA ELETTROMOTRICE DI CONTATTO FATTA SPECIALMENTE CON PIATTELLI ..... Pag. 449
1796 *(autunno)*-1797.
XIX. MÉMOIRE SUR L'ÉLECTRICITÉ EXCITÉE PAR LE CONTACT MUTUEL DES CONDUCTEURS MÊME LES PLUS PARFAITS, en une suite de lettres au docteur VAN MARUM:
(A) ..... » 459
(B) ..... » 491
XX. LETTERE AL CITTADINO ALDINI INTORNO ALLA PRETESA ELETTRICITÀ ANIMALE NELLE SPERIENZE DEL GALVANISMO, con APPENDICE:
1798, *aprile*.
(A) LETTERA PRIMA, da Como ..... » 519
(B) LETTERA SECONDA, da Como ..... » 538
1798, *19 ottobre*.
XXI. MINUTA DI LETTERA AL PROF. BRUGNATELLI, da Como... » 558
1800, *20 marzo*.
XXII. ON THE ELECTRICITY EXCITED BY THE MERE CONTACT OF CONDUCTING SUBSTANCES OF DIFFERENT KINDS. In a letter from Mr. ALEXANDER VOLTA, to the RT. HON. SIR JOSEPH BANKS ..... » 563
INDICE DEI NOMI ..... » 589

INDICE DELLE TAVOLE.

I. ALESSANDRO VOLTA, da incisione di G. Garavaglia (del 1814) Frontispizio
II. Lamine simili e dissimili, coppie di lamine simili e dissimili e rane preparate ..... Pag. 104-105
III. Facsimile di manoscritto voltiano da Cart. Volt. L 14..... » 300-301
IV. Elettrometri usati dal Volta ..... » 400-401
V. Facsimile di manoscritto voltiano da Cart. Volt. J 45, 48... » 448-449
VI. » » » da Cart. Volt. J 57 ..... » 564-565
VII. » » » da Cart. Volt. J 68 ..... » 572-573
VIII. » di lettera voltiana a Sir Banks posseduta dalla Roy. Soc. di Londra ..... » 586-587

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani ..... Pagg. 96, 228, 323, 326, 379, 380 » 383, 384, 469, 470, 471, 473
Figura tratta da Br. Ann. ..... Pag. 398.
» » da Phil. Tr. ..... » 570

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME II°

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA ..... Pag. V
AVVERTENZE ..... » VI
AL LETTORE ..... » VII
INDICE DEL VOLUME ..... » IX
INDICE DELLE TAVOLE ..... » XI
INDICE DELLE FIGURE ..... » ivi
ABBREVIAZIONI ..... » XII

1800, *autunno*.
XXIII. LETTERA DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA AL PROF. BRUGNATELLI SOPRA ALCUNI FENOMENI CHIMICI OTTENUTI COL NUOVO APPARECCHIO ELETTRICO ..... Pag. 1
1800, *22 settembre*.
LETTERA DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA AL CONSIG. MARSILIO LANDRIANI ..... » 5
1801, *primavera*.
XXIV. LETTERA AD UN IGNOTO SU L'INVENZIONE DELLA PILA E RICERCHE SUGLI EFFETTI CHIMICI ..... » 13
1801, *18 maggio*.
XXV. LETTERA DEL CITTADINO A. VOLTA AL CITTADINO N. N. SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL PRETESO FLUIDO GALVANICO ..... » 23
1800, *marzo-aprile*.
LETTERE DUE DEL PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE ALESSANDRO VOLTA AL CAV. GIUSEPPE BANKS ..... » 30
1801, *10 ottobre*.
XXVI. LETTRE DU PROFESSEUR VOLTA A JEAN CLAUDE DE LA MÉTHERIE, SUR LES PHÉNOMÈNES GALVANIQUES ..... » 35
1801, *novembre*.
XXVII. MEMORIA DEL PROF. ALESSANDRO VOLTA SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL FLUIDO GALVANICO ..... » 45
(B) CONTINUAZIONE DELLA MEMORIA ..... » 67
(C) TROISIÈME CONTINUATION ..... » 85
(D) APPENDICE ..... » 93
NOTE DELLA COMMISSIONE AL N. XXVII. NOTE STORICHE RELATIVE ALLA MEMORIA SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL FLUIDO GALVANICO ..... » 107
1° RAPPORTO DEL CITTADINO BIOT SULLE ESPERIENZE DEL CITTADINO VOLTA ALL'ISTITUTO NAZIONALE DI FRANCIA *(11 FRIMAIRE AN X, 2 dicembre 1801)*... » 109
2° FONDAZIONE DEL PREMIO BONAPARTE *(17 MESSIDORO AN X, 6 luglio 1802)*..... » 122
3° ESTRATTO DI COMUNICAZIONE DI E. E. N. MASCART AL 1° CONGRESSO NAZIONALE DEGLI ELETTRICISTI; 19 SETTEMBRE 1899 IN COMO..... » 125

Digitized by Google

1801, *6 novembre.*

XXVIII. Description de la pile électrique par Alexandre Volta, communiquée par Brugnatelli ..... Pag. 127

1801, *dopo il marzo.*

XXIX. Lettera al consigliere M. Landriani ..... » 137

1802, *18 marzo.*

XXX. Aux rédacteurs de la Bibliothèque Britannique, Alexandre Volta ..... » 151

1802, *29 settembre.*

XXXI. Articolo di lettera del professor Alessandro Volta al prof. Luigi Brugnatelli, sopra alcuni fenomeni elettrici ..... » 167

XXXII. Due lettere su teorie ed applicazioni riguardanti l'elettricità ..... » 171

1801, *15 giugno.*

(A) Lettera del Volta all'Amoretti sui fenomeni della rabdomanzia ..... » 173

1802, *dopo il giugno.*

(B) Lettera del professore Alessandro Volta al prof. Luigi Brugnatelli, sopra l'applicazione dell'elettricità ai sordomuti dalla nascita ..... » 179

1804, *10 e 28 maggio.*

XXXIII. Appunti su esperienze con pile di differenti sistemi. » 185

1805, *15-19 luglio.*

XXXIV. Sopra esperienze ed osservazioni da intraprendersi sulle torpedini. Lettera al professore di fisica sperimentale P. Configliachi ..... » 191

1801, ... presentata nel 1805 ..... stampata nel 1814.

XXXV. L'identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico vittoriosamente dimostrata con nuove esperienze ed osservazioni. Memoria comunicata al sig. Pietro Configliachi ..... » 205

Indice degli articoli ne' quali è divisa la Memoria. » 299

Catalogo delle opere state pubblicate dal Volta sino a tutto l'anno 1813 ..... » 301

.....

XXXVI. Continuazione alla Memoria sull'identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico, ecc. » 309

1806.

XXXVII. Estratto di un manoscritto sull'insussistenza della genesi del clorino e dell'alcali nell'acqua sottoposta all'azione degli elettromotori ..... » 319

.....

XXXVIII. Frammenti vari di studi sui fenomeni e sulla teoria dell'elettromozione ..... » 333

(A) Frammento di una nota intitolata: Dei fenomeni che presentano i conduttori imperfetti, ossia quelli chiamati da Volta di II Classe, applicati in varie maniere all'uno o all'altro, o ad ambeduf i poli dell'elettrometro ..... » 335

Digitized by Google

(B) FRAMMENTO CONTENENTE UN TENTATIVO DI SPIEGAZIONE DELLA ELETTROMOZIONE ..... Pag. 343
(C) FRAMMENTO SOPRA UN'ALTRA IPOTESI SULL'ELETTROMOZIONE ..... » 349
(D) FRAMMENTO NEL QUALE È CENNO ALLA POSSIBILITÀ DI UN CONDUTTORE LUMINOSO PERPETUO ..... » 354
(E) FRAMMENTO SU RISULTATI DI ESPERIENZE OTTENUTE CON SCARICHE DI GIARE CARICHE CON PILE ..... » 359
XXXIX. FRAMMENTI VARI SULLA STORIA DELLA INVENZIONE DELLA PILA E CONSIDERAZIONI RELATIVE ..... » 363
INDICE DEI NOMI ..... » 371

INDICE DELLE TAVOLE.

I. Busto del VOLTA ..... Frontispizio
II. Pile a colonna ed apparati elettrochimici usati dal VOLTA ... Pag. 60-61
III. Batterie di Leida con giare ..... » 72-73
IV. Facsimile manoscritto voltiano da Cart. Volt. J 78 ..... » 148-149
V. Pile a corona di tazze, a truogoli e pile secondarie ..... » 224-225
VI. Ritratto del VOLTA *(tricromia)* ..... » 300-301

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani ..... Pagg. 156, 329
Figure tratte da Br. Ann. ..... » 4, 39, 60, 132

INDICE DEL VOLUME III°

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA ..... Pag. V
AVVERTENZE ..... » VII
AL LETTORE ..... » IX
INDICE DEL VOLUME ..... » XI
INDICE DELLE TAVOLE ..... » XIII
INDICE DELLE FIGURE ..... » ivi
ABBREVIAZIONI ..... » XV

1765, *2 aprile.*
XL. LETTERA AL PADRE GIOVANNI BATTISTA BECCARIA ..... Pag. 1
1767, *22 giugno.*
XLI. LETTERA AL PADRE GIOVANNI BATTISTA BECCARIA ..... » 17

Digitized by Google

1769, ...
XLII. De vi attractiva ignis electrici, ac phaenomenis inde pendentibus Alexandri Voltae patricii novo-comensis ad Johannem Baptistam Beccariam ex Scholis piis in regia Taurinensi Universitate matematicae professorem dissertatio epistolaris ..... Pag. 21
1771, ...
XLIII. Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus: seu de corporibus eteroelectricis quae fiunt idioelectrica. Experimenta, atque observationes Alexandri de Volta patricii novo-comensis. » 53
1771, *8 dicembre.*
Lettera di Alessandro Volta a Lazzaro Spallanzani. » 77
1775, *3 giugno.*
XLIV. Lettera al signor cavaliere Don Marsilio Landriani. » 81
XLV. ELETTROFORO ..... » 87
1775, *13, 22 giugno.*
(A) Squarci di due lettere scritte dall'Ill.mo Signor D. A. Volta, cavaliere comasco al P. C. G. Campi C. R. S. ..... » 89
1775, *10 giugno.*
(B) Articolo di una lettera del Signor Don Alessandro Volta al Signor Dottore Giuseppe Priestley » 93
1775, *31 luglio, 3, 12 agosto.*
(C) Tre lettere al Canonico Fromond ..... » 109
1775, *26 ottobre, 14 novembre, 21 dicembre.*
1776, *5 febbraio.*
(D) Quattro lettere al Canonico Fromond ..... » 115
1776, ...
(E) Brano di lettera a Carlo Barletti sopra sperienze riguardanti l'elettroforo ..... » 129
1776, *maggio.*
(F) Lettera del Signor D. Alessandro Volta al Signor Giuseppe Klinkosch ..... » 133
1775, *8 luglio.*
1776, *27 gennaio.*
1778, *11 ottobre.*
(G) Tre lettere a Marsilio Landriani sull'elettroforo ..... » 153
....
(H) Principali punti di teoria dell'elettroforo..... » 163
....
(I) Descrizione ed uso dell'elettroforo ..... » 169
1777, *18 aprile.*
XLVI. Lettera al R. P. Barletti professore a Pavia..... » 185
1778, *20 agosto.*
XLVII. *(A)* Osservazioni sulla capacità de' conduttori elettrici e sulla commozione che anche un semplice conduttore è atto a dare eguale a quella di una boccia di Leyden, del Signor Don Alessandro Volta, in una lettera al Signor De Saussure..... » 199

Digitized by Google

1778, ...
(B) DELLA CAPACITÀ DE' CONDUTTORI CONIUGATI ..... Pag. 231
1778-1780.
XLVIII. SULL'ELETTROMETRIA E SULLE ATMOSFERE ELETTRICHE ... » 237
1782 (circa).
XLIX. ATMOSFERE ELETTRICHE, COME AGISCONO ..... » 245
1780-1781.
L. LETTERE DEL VOLTA PRECEDENTI ALLA PUBBLICAZIONE DELLA MEMORIA SUL CONDENSATORE E RIGUARDANTI LO STESSO ARGOMENTO ..... » 259
1782, *14 marzo*.
LI. DEL MODO DI RENDERE SENSIBILE LA PIU' DEBOLE ELETTRICITÀ SIA NATURALE, SIA ARTIFICIALE ..... » 269
1782-1783.
LII. LETTERE SULLO SVOLGIMENTO DELL'ELETTRICITÀ NELLA EVAPORAZIONE ..... » 301
1780-1873.
LIII. MÉMOIRES SUR LES GRANDS AVANTAGES D'UNE ESPÈCE D'ISOLEMENT TRÈS-IMPARFAIT PAR M. DE VOLTA, TRADUIT DE L'ITALIEN PAR M*** ..... » 311
SUR LA CAPACITÉ DES CONDUCTEURS CONIUGUÉS. PREMIER MÉMOIRE DANS LEQUEL ON DÉMONTRE LES AVANTAGES TRÈS-CONSIDERABLES D'UNE SORTE D'ISOLEMENT SI IMPARFAIT, QU'ON PEUT À PEINE LUI DONNER CE NOM, SUR L'ISOLEMENT LE PLUS PARFAIT ..... » 313
SECONDE PARTIE DU MÉMOIRE DE M. DE VOLTA SUR LES ISOLEMENTS IMPARFAITS ..... » 341
SUITE DU MÉMOIRE DE M. DE VOLTA SUR LES CONDUCTEURS ELECTRIQUES ..... » 357

INDICE DELLE TAVOLE

I. ALESSANDRO VOLTA, da incisione di R. Morghen (del 1816)... Frontispizio
II. Facsimile di manoscritto voltiano da Cart. Volt. E 1 ..... Pag. 192-193
III. Facsimile di manoscritto voltiano da Cart. Volt. I 9..... » 256-257
IV. Facsimile di manoscritto voltiano da Cart. Volt. I 9..... » 256-257
V. Elettrofori e Condensatori del Volta ..... » 272-273

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani ..... Pagg. 145, 156, 166, 173 193, 196, 244
Figure tratte da Am. Sc. Op. ..... Pagg. 104-105, 207

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME IV°

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA ..... Pag. V
AVVERTENZE ..... » VII
AL LETTORE ..... » IX
INDICE DEL VOLUME ..... » XI
INDICE DELLE TAVOLE ..... » XIV
INDICE DELLE FIGURE ..... » ivi
ABBREVIAZIONI ..... » XV

1784, *31 luglio.*
LIV. LETTERA SULL'ELETTROMETRO A QUADRANTE ..... Pag. 1
LV. RISULTATI DI ESPERIENZE SULLA CAPACITÀ DE' CONDUTTORI ..... » 9
.....
(A) CAPACITÀ DE' CONDUTTORI SEMPLICI PARAGONATE A QUELLE DELLE LAMINETTE ISOLANTI ARMATE..... » 11
.....
(B) CAPACITÀ DE' CONDUTTORI SOLITARI E DE' VETRI ARMATI PARAGONATE FRA LORO ..... » 15
.....
LVI. APPUNTI DI ELETTROMETRIA ..... » 21
.....
LVII. RISULTATI SPERIMENTALI ELETTROMETRICI DI ESPERIENZE ESEGUITE CON PIATTELLI CONIUGATI ..... » 27
1787, *aprile-maggio.*
LVIII. ELETTROMETRIA — ESPERIENZE SULLA CAPACITÀ E CONDENSAZIONE ELETTRICA E STUDI ELETTROMETRICI SULLA COMPARABILITÀ DELL'ELETTROMETRO A QUADRANTE E DEL MICROELETTROMETRO ..... » 45
1786, *8 marzo, 26 giugno*; 1787, *15 giugno.*
LIX. TRE LETTERE A MARTINO VAN MARUM SU PROPOSTE E DISCUSSIONI DI ESPERIENZE ..... » 63
.....
LX. ESPERIENZE SUL PIÙ RAPIDO DISPERDIMENTO DELLA ELETTRICITÀ NEGATIVA IN CONFRONTO DELLA POSITIVA ..... » 75
1789, *Anteriore al luglio.*
LXI. ELETTRICITÀ CHE LE POLVERI SOFFIATE DA UN MANTICE CONTRO A DE' PIATTELLI METALLICI VI ECCITANO. » 85
1788-1789.
LXII. SULL'ELETTRIZZAZIONE DEL GHIACCIO PER RASPAMENTO. » 93
LXIII. SULLA CAUSA DELLO SVILUPPO DELL'ELETTRICITÀ NEI CORPI (STROFINIO, SMINUZZAMENTO, CONTATTO)... » 103

Digitized by Google

Posteriore al 1788 *ed anteriore al* 1792.

(A) DELL'ELETTRIZZAZIONE PER SMINUZZAMENTO ED ACCENNI RIGUARDANTI IL CONTATTO COME CAUSA CAPACE A SMUOVERE IL FLUIDO ELETTRICO IN DUE CONDUTTORI DIVERSI ..... Pag. 105

1792, ...

(B) DEL CONTATTO COME CAUSA DI ELETTRIZZAZIONE . » 109

1791, *10 giugno.*

LXIV. SUI FENOMENI ELETTRICI CHE PRESENTA LA TORMALINA RISCALDATA. LETTERA A FLEURIAN DE BELLEVUE... » 113

LXV. LEGGE COLLA QUALE AGISCONO LE ATMOSFERE ELETTRICHE FRA DUE PIATTELLI ..... » 119

.....

(A) AZIONI ATMOSFERICHE DI UN PIATTELLO SOPRA UN ALTRO A VARIE DISTANZE ..... » 121

1804, *6, 7, 15 maggio.*

(B) SPERIENZE ELETTRICHE SULLE AZIONI DELLE ATMOSFERE ELETTRICHE SINGOLARMENTE DI DUE PIATTI AFFACCIATI A DIVERSE DISTANZE ONDE DETERMINARE IN QUAL RAGIONE DELLE DISTANZE DIMINUISCA L'INFLUENZA, ECC. ..... » 125

Posteriore all'invenzione della pila.

LXVI. MEMORIA SPERIMENTALE SULLE DISTANZE ESPLOSIVE, SULL'ELETTROMETRO E SUL MODO DI OTTENERE INDICAZIONI DELICATE E COMPARABILI ..... » 133

LXVII. FRAMMENTI DI ESPERIENZE SULLA DISTANZA ESPLOSIVA FRA PUNTA E PIATTO ..... » 153

.....

(A) ESPERIENZE COLL'ELETTROMETRO A QUADRANTE ... » 155

.....

(B) ESPERIENZE COLL'ELETTROMETRO A PAGLIETTE .... » 159

LXVIII. RISULTATI SPINTEROMETRICI E CALCOLI NUMERICI PER LA DETERMINAZIONE DELLA RELAZIONE FRA IL GRADO ELETTROMETRICO E LA DISTANZA ESPLOSIVA ..... » 163

1802, *1 e 2 giugno.*

(A) RISULTATI DI ESPERIENZE SPINTEROMETRICHE .... » 165

1802, *10 luglio.*

(B) LETTERA A MARTINO VAN MARUM ..... » 171

..... *(C)* MISURE ELETTROMETRICHE SULLA SCARICA FRA PALLA E PIATTO ..... » 175

..... *(D)* SULLA RELAZIONE FRA IL GRADO ELETTROMETRICO E LA DISTANZA SPINTEROMETRICA ..... » 179

LXIX. ESPERIENZE COL MORTAIO ELETTRICO ..... » 197

COMPLEMENTI DI ELETTROMOZIONE ..... » 201

1800, ...

LXX. SULLA DETERMINAZIONE DELLA TENSIONE DI CONTATTO DI UNA COPPIA DELLA PILA MEDIANTE IL CONDENSATORE » 203

1801, *20 agosto.*

LXXI. LETTERA A MARTINO VAN MARUM SULLA IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO COL FLUIDO GALVANICO .... » 207

Digitized by Google

1802, *3 marzo*.
LXXII. LETTERA A MARTINO VAN MARUM SU PROPOSTE DI ESPERIENZE ..... Pag. 213
1801, *15 dicembre*.
APPENDICE — ESTRATTO DI UNA LETTERA DEL DR. FRIEDLAENDER AL PROF. PFAFF ..... » 219
1802, *22 giugno*.
LXXIII. LETTERA A MARTINO VAN MARUM SU DISCUSSIONI DI ESPERIENZE ..... » 221
1802, *5 luglio*.
LXXIV. AUSZUG AUS EINEM BRIEFE VOLTA'S AN PROFESSOR PFAFF » 231
1803, *10 gennaio*.
LXXV. VERSUCHE UEBER DIE LADUNG ELECTRISCHER BATTERIEN DURCH DEN ELECTRO-MOTORISCHEN APPARAT VON ALEXANDER VOLTA AUS EINEM BRIEFE AN DEN HERAUSGEBER ..... » 235
1803, *23 aprile*.
LXXVI. FORTGESETZTE VERSUCHE UEBER DIE ELECTRICITAET VON ALEXANDER VOLTA AUS EINEM BRIEFE AN DEN HERAUSGEBER ..... » 241
1803, *18 giugno*.
LXXVII. SCHREIBEN ALEXANDER VOLTA'S AN DEN PROFESSOR BOECKMANN ZU CARLSRUHE ..... » 249
.....
LXXVIII. SULL'INSUSSISTENZA DELLA PRETESA ELETTRICITÀ SOTTERRANEA ..... » 253
1805, ...
LXXIX. LETTERA AD ALESSANDRO HUMBOLDT ..... » 257
LXXX. DUE LETTERE ALL'ABATE ANGELO BELLANI SUI FENOMENI ELETTROCHIMICI PRESENTATI DALL'ACQUA .... » 263
il 2 del 1804.
(A) LETTERA PRIMA ..... » 265
1806, *31 agosto*.
(B) LETTERA SECONDA ..... » 273
1811, *luglio, agosto e settembre*.
LXXXI. BOCCIE CARICATE CON PILE A BOLLETTINI SECCHI ED EFFETTI DI SCARICHE DI VETRI ARMATI IN RELAZIONE AL LORO GRADO ELETTROMETRICO ..... » 279
1812, *settembre*.
LXXXII. LETTERA ALL'ABATE ZAMBONI SULLE PILE A SECCO ... » 283
DIDATTICA ..... » 289
1778-1779; 1779-1780.
LXXXIII. SAGGIO TEORICO E SPERIMENTALE DI ELETTRICITÀ .... » 291
CAPO PRIMO — DEI SEGNI DI ELETTRICITÀ NE' CORPI. DEI MEZZI DI ECCITARLA, RACCORLA F OSSERVARLA. » 293
CAPO SECONDO — DELLE MACCHINE ELETTRICHE, E DEL LORO GIOCO, PRIMA INVENZIONE DI ESSE. DIVERSE SPECIE, E VARIA FORMA. DEI MIGLIORAMENTI CHE SUCCESSIVAMENTE VI SI SON FATTI ..... » 335
CAPO TERZO — TEORIA DELL'ELETTRICITÀ ..... » 353

Digitized by Google

Non anteriore al 1784.

LXXXIV. LEZIONI COMPENDIOSE SULL'ELETTRICITÀ ..... » 389
SEZIONE PRIMA — DELL'ELETTRICITÀ ARTIFICIALE ... » 393
SEZIONE SECONDA — DELL'ELETTRICITÀ NATURALE ... » 447
SEZIONE TERZA — DELL'ELETTRICITÀ ANIMALE ..... » 453

Verso la fine dell'anno scolastico 1795.

LXXXV. PIANO DIDATTICO DI LEZIONI SULL'ELETTRICITÀ E SUL MAGNETISMO ..... » 467

LXXXVI. FRAMMENTI DI LEZIONI SULL'ELETTRICITÀ ..... » 479

.....

(A) DEI MEZZI PER ECCITARE L'ELETTRICITÀ ..... » 481

.....

(B) TRACCIA DI UNA LEZIONE SPERIMENTALE SULL'IDENTITÀ DEL FLUIDO ELETTRICO E GALVANICO ..... » 487
INDICE DEI NOMI ..... » 491

INDICE DELLE TAVOLE.

I. ALESSANDRO VOLTA *(Monumento nell'Università di Pavia)* ... Frontispizio
II. Isolatori ed apparecchi per lo studio delle tensioni ..... Pag. 120-121
III. Pile a secco, spinterometro e condensatori ..... » 288-289
IV. Macchina elettrica del NAIRNE coi miglioramenti del VOLTA . » 344-345
V. Macchina elettrica su castello di legno abbrustolito ..... » 352-353

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani ..... Pagg. 4 50 54 56, 77, 81 » 128, 130, 140, 161, 407
Figura tolta da Bosscha Corr. pag. 178..... Pag. 216
Figura tolta da Franzos. Ann. 1802, Heft. II, pag. 177 ..... » 219
Figura tolta da Ricc. pag. 69..... » 278

INDICE DEL VOLUME V° (*)

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.
AVVERTENZE.
AL LETTORE.
INDICE DEL VOLUME.
INDICE DELLE TAVOLE.
INDICE DELLE FIGURE.
ABBREVIAZIONI.

(*) *Per questo volume non sono segnate le pagine poichè alla pubblicazione del presente non ne era ancor definita l'impaginatura tipografica.*

Digitized by Google

. . . . . .

LXXXVII. Sull'efficacia di un sistema di parafulmini applicato al palazzo comunale di Siena.

1786, *28 settembre.*

LXXXVIII. Lettera sull'inamissibilità dell'origine elettrica delle stelle cadenti e dei bolidi

1787-1788.

LXXXIX. *(A)* Lettera prima sulla meteorologia elettrica.
(B) Lettera seconda sulla meteorologia elettrica.
(C) Lettera terza sulla meteorologia elettrica.
(D) Lettera quarta sulla meteorologia elettrica.
(E) Lettera quinta sulla meteorologia elettrica.
(F) Lettera sesta sulla meteorologia elettrica.

1787.

XC. Lettre VI.

1789, *23 luglio.*

XCI. Lettera a Martino Van Marum.

1789, *maggio-giugno.*

XCII *(A)* Lettera settima sulla meteorologia elettrica.

1789, *luglio-agosto.*

(B) Addizione alla lettera settima,

1789, *settembre-ottobre.*

(C) Lettera ottava sulla meteorologia elettrica.

1790, *marzo-aprile.*

(D) Lettera nona sulla meteorologia elettrica.

1790.

XCIII. Della maniera di far servire l'elettrometro atmosferico portatile all'uso di un igrometro sensibilissimo.

1791.

XCIV. *(A)* Lettera prima al Sig. D.r Pietro Antonio Bondioli sull'aurora boreale.
(B) Lettera seconda al Sig. D.r Pietro Antonio Bondioli sull'aurora boreale.

1791, *23 agosto.*

XCV. *(A)* Prospetto di un compito Osservatorio Meteorologico.

1793, *4 giugno.*

(B) Sugli Istrumenti Meteorologici e maniera di fare con essi le osservazioni giornaliere.

1794, *15 maggio.*

(C) 2° discorso sugli Istromenti meteorologici sulla maniera di fare regolarmente le osservazioni e formarne un compito giornale.

. . . . . .

XCVI. Cenni sull'origine, sulla teoria e sull'applicazione dei conduttori Franoliniani o Parafulmini.

1802, *1 giugno.*

XCVII. Sulla natura dei terremoti.

1804 *(?)*

XCVIII. Lettera ad uno scienziato non nominato.

1806.

IC. Dissertazione sulla grandine.

Digitized by Google

1807.

C. MINUTA DI UNA LETTERA A FRANCESCO TORRICENI SU UN PARAFULMINE ERETTOSI IN BRESCIA.

1812, *30 dicembre.*

CI. DISCORSO SULLE STELLE CADENTI ED ALTRI FENOMENI CHE MALAMENTE E A FORZA SI VOGLIONO TIRARE ALL'ELETTRICITÀ. RIPRODOTTO CON MUTAZIONI ED AGGIUNTE.

1817.

CII. SUL PERIODO DEI TEMPORALI. LETTERA AL P. CONFIGLIACHI.

1823, *8 luglio.*

CIII. LETTERA AL SIG. MARZARI RELATIVA AI COSIDETTI PARAGRANDINI.

NB. - *Il* Volume VI *è in preparazione.*

Digitized by Google

Digitized by Google

Finito di stampare il 2 e pubblicato pel 5 Marzo 1927
nel 1° Centenario della morte di ALESSANDRO VOLTA.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google